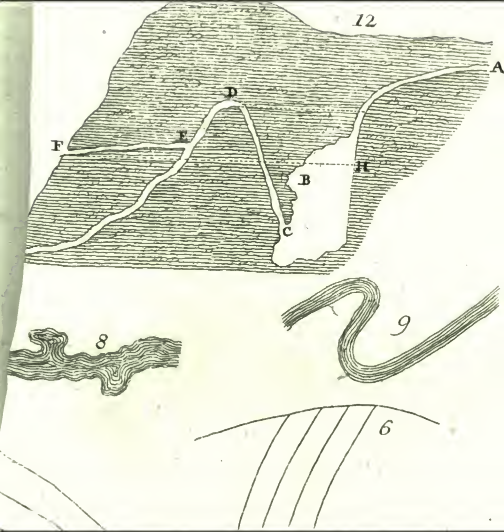


Physicalische Beschreibung der Erdkugel aus Veranlassung ...

Torbern Bergman, Lampert Hinrich Röhl

Phys 261

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK GENT

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Allgemeine oder Mathematiſche
Beſchreibung
der Erdkugel,

auf Veranlaſſung

der

coſmographiſchen Geſellſchaft

verfaſſet

von

Friedrich Mallet,

Profeſſor der Aſtronomie in Upſal und Mitglied der Königl. Wiſſenſch. Akademie in Stockholm.

Aus dem Schwediſchen überſetzt,

von

Lampert Hinrich Röhl,

Profeſſor und Obſervator der Aſtronomie auf der Akademie Greifswald und der Königl. Wiſſenſchafts-Akademie zu Stockholm Mitglied.

Greifswald,

gedruckt und verlegt von A. F. Röſe.

1774.

Digitized by Google

Vorrede
des Verfaſſers.

Man kann ohne Beyhülfe der Himmelskugel keine rechte Erkänntniß von der Erdkugel erlangen. Deswegen werden hier die Erdkugel und Himmelskugel zugleich betrachtet, und diejenigen, welche die Globen verfertigen, verbinden allemal ein ſolches Paar, die Känntniß von der Erde zu erleichtern.

Digitized by Google

Vorrede des Verfaſſers.

Man verſtehet hier die Känntniß, welche die Erde überhaupt betrift, und keine Beziehung auf ihre Theile oder Einwohner hat, ſondern nur von der Erde im ganzen gilt, ſo wie man ſie in dem groſſen Weltraum anſehen würde, oder wie man die Umſtände eines Planeten betrachtet, nachdem derſelbe an ſeinen Platz unter den himmliſchen Cörpern geſtellet worden. Dieſe ganze Theorie wird von der Anwendung der mathematiſchen Wiſſenſchaften hergeleitet, und daher die **mathematiſche Erdbeſchreibung** genannt.

In dieſer Betrachtung iſt ohne Zweifel die erſte Känntniß, die rechte Figur der Erde zu wiſſen. Dieſe Lehre iſt deſto nothwendiger, da der allgemeinſte Begriff von der Erde ganz unvollkommen bleibt, wenn er nicht durch die Figur der Erde aufgekläret wird. Wir finden dies leicht, wenn wir die Dunkelheit älterer Zeiten in der Geographie mit dem jezt bekannten neuen Lichte in derſelben vergleichen und mit den Anleitungen, welche dadurch gegeben werden, dasjenige auszuforſchen, was noch nicht entdeckt worden.

Wenn man ſich um die Figur der Erde bekümmert, verfällt man ſogleich auf die Frage von ihrer Gröſſe, denn der Nutze der erſten Känntniß zeiget ſich dann allererſt,

wenn man den Umfang und die Gröſſe der Figur beſtimmen kann. Die beyden Lehren erfordern eine tiefere Einſicht in die mathematiſchen Wiſſenſchaften, und können nicht entwickelt werden, ohne die Kunſt zu gebrauchen, welche ſie zu erfinden angewandt worden. Es iſt mir nicht unbekannt, daß bey den Capiteln, welche dieſe Lehren betreffen, den mehreſten Leſern in der folgenden Abhandlung Hinderniſſe aufſtoſſen werden, aber es ſcheinet unmöglich zu ſeyn, die Entwickelung einer Materie vorzunehmen und den Hülfsmitteln dazu zugleich auszuweichen. Ich vermuthe daher, daß dieſe und mehr nützliche Abhandlungen das ſchwediſche Publicum anlocken könne, ſich ſo wie in England von Jugend auf mit den ſo nützlichen mathematiſchen Känntniſſen bekannt zu machen, und daß es mir nicht zum Fehler angerechnet werde, eine gründlichere Erdbeſchreibung verfaſſet zu haben, als bisher im ſchwediſchen herausgekommen iſt. Unterdeſſen müſſen diejenigen, welche die hier eingeführten geometriſchen Unterſuchungen nicht verſtehen, ſich damit genügen, die Schlusſätze nachzuleſen, welche hier angeführet worden und ſie im Gedächtniſſe zu behalten, um einigermaſſen zu einem deutlichen Begriff von der Erde und deren Beſchaffenheit zu gelangen. Auf ſolche Art können ſie alle geo-

 metri-

metriſche Demonſtrationen in dieſer Abhandlung vorbey gehen, und ſich nur mit dem hiſtoriſchen derſelben und einer leichtern Erklärung von der Erde beſchäftigen.

Nach der Känntniß von der Figur und Gröſſe der Erde folget die Känntniß von ihren Bewegungen. Dieſe beſtehen zuerſt in der täglichen Umdrehung der Erde um einen ihrer Durchmeſſer oder Axe, und danächſt in ihrem jährlichen Umlauf um die Sonne. Die Wiſſenſchaft von der erſtern iſt mit der Lehre von der Figur der Erde genau verbunden, daher ſie auch, nachdem es nöthig gefunden wird, mit der Erklärung von der Figur der Erde vermiſcht wird. Wenn aber dies alles abgemacht iſt, müſſen wir unſre irrdiſchen Begriffe zu einer höhern Materie erheben und den jährlichen Umlauf der Erdkugel unter andern groſſen Himmelscörpern betrachten, und die Geſetze kennen lernen, welche die Bewegungen der Erde ſowohl als der übrigen Planeten um die Sonne regieren. Auf dieſe Art werden wir zur Känntniß unſers Planetenſyſtems und der ſeltſamen Erſcheinungen der Cometen geführet, die ſo lange mit Schrecken und Erſtaunen von den Bewohnern der Erde angeſehen worden.

Bey dieſem Begriff von dem Syſtem der Weltcörper, welche um einander beweget werden, kann man eine

nähere

nähere Betrachtung der Bewegung des Mondes um die Erde nicht vorbeylaſſen. Dieſe iſt deſto angelegener, da dieſe Bewegung zeiget, daß der Mond beſonders der Erde wegen erſchaffen worden. Der Mond iſt auch der Erde ſo nahe, daß wir ihn am beſten betrachten können und damit entweder den Erdeinwohnern nutzen, oder dadurch Anleitung ſuchen, die weiter entlegenen Weltcörper näher kennen zu lernen. Mit dieſen Begriffen von dem Weltſyſtem müſſen wir uns nun zur Betrachtung der Fixſterne wenden, und dabey die Unendlichkeit des Schöpfers bedenken, der eine unbegreiflich groſſe Sammlung Sonnen und Planetenſyſteme aufgeſtellt, die uns in einem unermeßlichen Abſtande zu Geſichte kommen, und wobey wir viele Merkwürdigkeiten finden. Hierunter ſind einige mit den Abwechſelungen der Erde vereiniget, und ihre Gemeinſchaft mit denſelben oder ihr Nutze erfordert es, ſie näher zu betrachten.

Die Ordnung, welche wir bey Betrachtung der Erſcheinungen finden leitet uns darauf ihre Fortſchreitung zu meſſen und macht die Känntniſſe der Zeitrechnung im gemeinen Leben unentbehrlich. Dieſe muß daher in der Lehre von der Erde nicht verabſäumet werden, und ſie wird auch nach ihren wichtigſten Puncten auf allen Globen vorgeſtellet.

Zulezt muß man bey allgemeiner Betrachtung der Erdkugel noch die magnetiſche Eigenſchaft der Erde in Erwägung ziehen. Die Erde iſt eine magnetiſche Kugel, welche die kleinern Magneten regieret und ſie in ihre Würkungsebenen ſtellet. Aber dieſe Känntniß iſt noch ſo unvollkommen, daß man nicht mehr als die erſten Elemente davon vorbringen kann.

Dieſe angeführte Erklärung wird hinreichend ſeyn, die erſten Abtheilungen der gegenwärtigen Abhandlung, welche der Inhalt der Capitel anzeiget, zu verſtehen. Ihre Ausarbeitung, worauf nicht wenig Mühe angewandt iſt, wird dem Nutzen des Allgemeinen überlaſſen, nicht als ein Werk, das zu ſeiner Vollkommenheit gelanget iſt, ſondern als ein Verſuch zur Ausbreitung der richtigen Känntniß der Erde unter uns, der noch weiterer Verbeſſerung fähig iſt. Ich habe darin den Leſer ſowohl mit den Känntniſſen, die ich aus alten und neuern Schriftſtellern geſammelt habe, bekannt zu machen geſucht, als auch mit Unterſuchungen, die ich ſelbſt gelegentlich angeſtellet, und welchen künftig mehrere beygefüget werden können, wenn Zeit und Umſtände es verſtatten, ſie in gehörige Ordnung zu bringen. Ich hoffe, daß dieſe meine wohlgemeinte Arbeit den Dienſt des Vaterlandes, welchen ich hierin zur Abſicht gehabt, und worin ich meinen einigen und beſten Gewinn ſetze, nicht verfehlen werde.

In-

Inhalt.

Erſtes Capitel.

Von der Figur der Erde und Geſtalt des Himmels überhaupt.

Seite 3

§. 1. Die Figur der Erde iſt ordentlich. Richtung der Schwere. Zuſammenhang und Figur des Waſſers. Die Erde iſt keine Ebene. ebendaſ.

§. 2. Vom Himmel. Tägliche Bewegung der Sterne. Der Himmel ſcheinet kugelförmig. Die tägliche Bewegung ſcheinet gleichförmig. 5

§. 3. Der Kugelſchnitt iſt ein Circul. Die tägliche Bewegung der Sterne iſt circulförmig. 7

§. 4. Die tägliche Bewegung eines jeden Sterns geſchiehet in einer Ebene. Von den Polen. Der Abſtand der Sterne von den Polen wird in der täglichen Bewegung nicht verändert. Der Himmel iſt keine würkliche Kugel. 9

§. 5. Die Erde iſt kugelförmig. Gedanken der Alten von der Figur der Erde. Die ebene Figur der Erde iſt ungereimt. 11

§. 6. Die Ründung der Erde wird auf Reiſen gelernet. Beſonders auf Seereiſen. Durch Meſſung der Höhe der Sterne. Durch Finſterniſſe. Beſonders durch Mondfinſterniſſe. Die Erde kann für kugelförmig gehalten werden. 12

§. 7. Einwurf gegen die Kugelfigur der Erde. Sie wird bewieſen durch Columbus Vorſchlage und durch die Schifſarth rund um dieſelbe. 15

Zweytes Capitel.

Von der täglichen Bewegung der Erde und Eintheilung der Erdkugel. Seite 17

§. 8. Tägliche Bewegung um ihre Axe. Scheinbare Bewegung. Wahre Bewegung. ebend.
§. 9. Geſchwindigkeit der Umdrehung der Erde. Beweis davon. 18
§. 10. Vom Globen. Axe. Pole. Oeſtliche und weſtliche Halbkugel. Aufgang. Untergang. Meridian. Nordliche und ſüdliche Halbkugel. Aequator. Erſter Meridian. 20
§. 11. Die Erdmeridiane haben mit der Erdkugel einerley Halbmeſſer. Sie ſind ſenkrecht auf den Aequator. Die Pole ſind gleich weit vom Aequator. Parallele des Aequators. Die Parallele ſchneiden gleich groſſe Bogen der Meridiane ab. Sind ſenkrecht auf die Meridiane. Nehmen vom Aequator nach den Polen zu ab. Eintheilung der Erdkugel. Länge der Oerter. Breiten. Mittags-Unterſcheid. Breiten-Unterſcheid. Meßingerner Meridian auf den Globen. 22
§. 12. Meſſung der Längen. Sterntag. Stunde. Minute. Secunde. u. ſ. w. Berechnung der Länge durch Zeit. 27
§. 13. Lage der Oerter. Windſtriche. Ihr Gebrauch. Compaß. 30

Drittes Capitel.

Von der wahren Figur der Erde. Seite 32

§. 14. Die Erde iſt ſphäriſch. Beweis davon durch Gradmeſſungen. Ungleichheit der Grade. Ellipſoide. ebend.
§. 15. Die Pendulverſuche beweiſen die ellipſoidiſche Figur der Erde. Schwere auf einer Kugel. Centrifugalkraft. Ihre Erklärung. Ihr Verhalten. Verhalten der Schwere auf einer

Seite

einer Kugel. Richers Pendulverſuch. Newtons und Huygens Theorie. 34

§. 16. Das Geſetz der Schwere giebt der Erde ihre rechte Figur. Gleichgewicht der Erdfigur. Newtons Muthmaſſung. Figur einer flüßigen Kugel. Gleichgewicht eines Cörpers, der ſich umwälzt. Dichtigkeit der Schichten. Innere Schichten der Erde. Die Erde iſt eine Ellipſoide. 40

Viertes Capitel.

Von der Gröſſe der Erde. Seite 44

§. 17. Verhältniß des Durchmeſſers zur Circulperipherie. Halbmeſſer der Parallele., Gradmeſſung. Triangelverbindung. Den Gradbogen der Parallele zu finden. ebend.

§. 18. Gröſſe der Erde von Anaximander erwähnet. Von Ariſtoteles angegeben. Aeltere Meſſungen der Erde von Eratoſthenes, Poßidonius, den Arabern. 47

§. 19. Spätere Meſſungen von Fernelius, Snellius und Muſchenbroeck. Norwood, Riccioli. Bleau. 50

§. 20. Neuere Meſſungen von Picard. Caßini Meſſungen. Gedanken von ablanger Figur der Erde. Widerſpruch. Behauptung durch Meſſungen. 52

§. 21. Aufgabe das Verhältniß der Axen in einer Ellipſe zu finden. Ihre Größe. Krümmungshalbmeſſer der Breiten, und Halbmeſſer der Parallele. 56

§. 22. Maupertuis Meſſung in Weſterbothnien. Seine Verrichtungen in Frankreich. Ablange Figur der Erde wird verworfen. Ausſchlag der Meſſungen in Frankreich. Gröſſe eines Grades in Frankreich. Verhältniß der Erdaxe zum Durchmeſſer des Aequators. Peruſche Meſſung. De la Cailles Meſſung. Picards Grundlinie wird berichtiget. 61

§. 23. Rechtes Verhältniß zwiſchen der Erdaxe und Durchmeſſer des Erdaequators. 68

Seite

§. 24. Die Schweren verhalten ſich in der Ellipſoide wie die Normallinien. Die Cuben gleichzeitiger Penduln verhalten ſich wie die die Gradbogen in den Breiten derſelben. Von den Pendulbeobachtungen überhaupt. 69

§. 25. Verhältniß der Axe zum Aequatordurchmeſſer aus Richers Pendulverſuch. Aus Halleys und Grahams; Varins; Deshayes, Couplets Verſuch. Aus Deshayes ſpätern Verſuch. Aus Feuilles und Delacroyeres Pendulverſuch. 71

§. 26. Selbiges Verhältniß aus Campbells Pendulverſuch. Pariſiſche Pendullänge. Verhältniß nach Maupertuis, Bouguers, Godins, Condamines, Don Juan, Celſius, Jaquirs und Leſeur, Delacailles, Lulofs, Griſchows Verſuchen. 74

§. 27. Vergleichung des Ausſchlags der Pendulverſuche. Berechnung über die ſtreitigen Verſuche. 78

§. 28. Richtige Gröſſe der Erdaxe. Gröſſe des Grades auf den Parallelen des Aequators. Gröſſe der Halbmeſſer in ungleichen Breiten. Länge der Meridiangrade. Gröſſe eines Meridianumkreiſes. Inhalt eines Meridians. Der Erdoberfläche. 81

Fünftes Capitel.

Von der Bewegung der Erde um die Sonne.

Seit. 89

§. 29. Veränderung der Zeit des Durchganges der Sterne durch den Meridian. Urſachen davon. Jahr. Tage. ebend.

§. 30. Ein Sterntag. Ungleiche Geſchwindigkeit der Erde. Ihr ungleicher Abſtand von der Sonne. Eccentricität. Sonnenferne. Sonnennähe. Die Erdbahn iſt eine Ellipſe. 91

§. 31. Ebene der Eccliptik. Brennpuncte der Erdbahn. Mittelabſtand. Art der Ellipſe. Wie ſie gefunden wird. Lage der Erdbahn. 93

§. 32.

Seite

§. 32. Den Abſtand der Erde finden, wenn die Ellipſe gegeben iſt ſammt den, von der Sonnenferne beſchriebenen Winkel. Dieſe Abſtände ſind an beyden Seiten der Apſidenlinie correſpondirend. Die Ausſchnitte der Erdbahn verhalten ſich wie die Zeiten darin die Bogen zurückgeleget ſind. Die Winkelgeſchwindigkeiten der Erde verhalten ſich umgekehrt wie die Quadrate der Abſtände. Keplers Problem. Auflöſung. Berechnung der aſtronom. Tabellen. Mittlere Bewegung. Gleichung des Mittelpuncts. 96

§. 33. Schwere der Erde gegen die Sonne. Centralkräfte. Eigenſchaften der Ellipſe. Geſetz der Schwere in der Natur. 102

§. 34. Bewegung der Planeten um die Sonne. Von Cometen. 110

§. 35. Zuſammenkunft der Cometen mit der Erde. Comet von 1680. Die Gefahr der Erde iſt möglich, aber unerwieſen und unwahrſcheinlich. 112

§. 36. Planeten des Sonnenſyſtems. Ihre Umlaufszeiten. Wiederkunft der Cometen. Beyder Knoten und Neigungen. Apſiden. Epochen. Verzeichniß. Eccentricitäten der Planeten. Monde der Planeten. Ihre Perioden. 115

§. 37. Anzahl der Cometen. Ob die Monde Cometen geweſen. Entdeckung der Planetenmonde. Es wird geläugnet, daß Cometen Monde werden. 127

§. 38. Die Planeten-Monde bewegen ſich nach dem Geſetz der Schwere. Deſſelben Würkung unter den Planeten. Stöhrung der Bewegung der Planeten. Abnahme der Bewegung. 130

§. 39. Stöhrungen in Bewegung der Erde. Aenderung der Ebene der Bahn. Würkungen der Planeten auf die Erde. Verrückung ihrer Apſiden. Zurückweichen der Knoten. Eben dieſelbe auf der Ecliptik. 134

Sechstes Capitel.

Von Bewegung des Mondes um die Erde. Seite 137

§. 40. Mond der Erde. Hauptplaneten. Die Monde werden von der Sonne erleuchtet. Mondwechſel. Sonne- und Mondfinſterniſſe. ebend.

§. 41. Synodiſcher Monden Monath. Mondgeſtalten. Periodiſcher Monath. 140

§. 42. Elliptiſche Bewegung des Mondes. Eccentricität. Apſidenlinie. Wahre Anomalie. Erſte Gleichung des Mondes. Kraft der Sonne auf den Mond. Ihr Ausdruck. Evection. Variation. Jährliche Gleichung. 142

§. 43. Erklärung der Evections- und Variationskräfte. 147

§. 44. Verrückung der Mondapſiden. Bericht von Bearbeitung dieſer Aufgabe. 149

§. 45. Würkung der Evections- und Variationskräfte. Ausdruck auf die gröſſere Axe der Mondellipſe. Ihre Verrückung. Veränderung der Eccentricität. 154

§. 46. Zurückweichen der Mondknoten. Wodurch ſie entſtehet. Erklärung darüber. Veränderung des Zurückweichens. Neigung der Mondbahn verändert ſich. 157

§. 47. Von der Mondtheorie. Iſt noch unvollkommen. Das Problem von drey Cörpern. Centralkraft der Erde. Schwerpunct der Erde und des Mondes. 161

§. 48. Zwo Kräfte regieren den Mond. Ausdruck der Evections- und Variationskräfte. Aufgabe vom Monde. Centrifugalkraft in der Mondbahn. Gleichung für die Mondbahn. Anmerkung. 165

§. 49. Der Mond drehet ſich um eine Axe. Seine Umdrehung iſt gleichförmig. Seine Schwankungen. 173

§. 50. Sonnen- und Mondfinſterniſſe. Centrale. Totale. Partiale. Halbſchattenskegel. Zoll, Minuten auf der Sonne und Mondſcheibe. Beſchaffenheit der Sonnenfinſterniß. Von Mercur und Venus. Die Länge der Schatten zu finden. Erſcheinun-

Digitized by Google

Seite
ſcheinungen der Finſterniſſe. Abwechſelung der Sonnenfinſterniſſe. Scheinbarer und wahrer Weg des Mondes unter der Sonne. Ungleichheit der Mondfinſterniſſe wird erkläret. Ihre Gröſſe. Merkwürdigkeiten der Sonnenfinſterniſſe. Schatten der Erdatmoſphäre. Bedeckung der Firſterne. 176

Siebentes Capitel.

Von der Eintheilung der himmliſchen Sphäre und deren Merkwürdigkeiten. Seite 193

§. 51. Obere und untere Halbkugeln des Himmels. Horizont. Scheinbarer und wahrer. Ihr Unterſcheid verſchwindet. ebd.

§. 52. Die ſphäriſche Figur des Himmels iſt ungewiß. Beruhet auf den Anſchein. Firſterne. Sind von ungleicher Gröſſe. Sind Sonnen. Ihre Planetenſyſteme haben ihren Mittelpunct nicht im Sonnenſyſtem der Erde. Der Himmel muß als eine Sphäre betrachtet werden. 195

§. 53. Are der himmliſchen Sphäre. Pole. Aequator. Meridiane. Nordliche und ſüdliche Halbkugeln. Oeſtliche und weſtliche. Parallele des Aequators. Anfang der Gradzählungen. Stundencircul. Abweichungscircul. Abweichung der Sterne. Grade Aufſteigung. Die auf den künſtlichen Globen gezeichnete Kreiſe. Grade Aufſteigungen werden mit Zeit verglichen. 200

§. 54. Linien der Nachtgleichen. Schiefe der Ecliptik. Beobachtungen derſelben. Abnahme derſelben. Colure. Polarkreiſe. Wendekreiſe. Breite und Länge der Sterne. Zunahme der Längen. 204

§. 55. Jährliche Parallare der Firſterne. Iſt unmerklich. Abſtand der Firſterne. Schein. Menge. 209

§. 56. Von den Sternbildern. Thierkreiſe. Deſſen zwölf Zeichen und ihr Urſprung. Erklärung der Griechen. Gröſte Sterne des Thierkreiſes. Zone des Zodiaks. Sternbilder der nordlichen Halbkugel. Der ſüdlichen. Neuere Sternbilder. 212

Seite

§. 57. Die Sterne werden durch die Abweichung und grade Aufſteigung beſtimmt. Beobachtung derſelben. Fortrücken der Nachtgleichen. Ptolomäus Fixſternverzeichniß. Blugh Beigh. Tycho. Kepler, und andre. Flamſtead. Delacaille. 223

§. 58. Merkwürdigkeiten der Fixſterne. Verſchwinden und Entſtehen derſelben. Veränderung der Gröſſe. Erklärung der Merkwürdigkeiten. Milchſtraſſe. Neblichte Sterne. 228

§. 59. Fortrücken der Nachtgleichen und Schwankung. Ausdruck der Kraft. Ungleichheit des Fortrückens der Nachtgleichen. Verrücken der Sterne auf einen Himmelsgloben. Ihre Breiten können ſich ändern. Abirrung der Fixſterne. Bewegung der Erde wird dadurch bewieſen. 234

§. 60. Lage der Sphäre. Polhöhe. Zenith und Nadir. Azimuth der Sterne. Höhe. Täglicher Gang. Aenderung der Höhe für jeden Stern. Mittagslinie. 240

§. 61. Aenderung der Abweichung der Sonne. Jahrszeiten. Nachtgleiche. Ungleiche Gradzahl der ſichtbaren Parallelbogen. Sommer. Winter. Frühling. Herbſt. Heiſſe Zone. Gemäßigte Zonen. Kalte Zonen. Wie die Jahrszeiten in verſchiedenen Zonen einfallen. 246

§. 62. Von Tag und Nacht. Parallelſphäre. Tageslänge in den kalten Zonen. Climate. Grade und ſchiefe Sphäre. Schiefe Aufſteigung. Unterſcheid der Climate. Aufgabe von Erwärmung der Erde durch die Sonne. Auflöſung. Anmerkungen. 251

§. 63. Von Parallaxen. Jährliche Parallaxe. Der Planeten. Tägliche Parallaxe. Horizontalparallaxe. Höhenparallaxe. Ihr Verhältniß bey gleichem Abſtande. Ungleichheit der Parallaxen in der Ellipſoide. Ihre Berechnung. Beſtimmung der Parallaxen. Gröſſe der Horizontalparallaxe des Mondes. Sonnenparallaxe. Abſtand der Erde von der Sonne. Gröſſe der Planeten und Mittelabſtand von der Sonne. Veränderung des Monddurchmeſſers in ungleichen Höhen. 259

Seite
§. 64. Brechung der Lichtſtrahlen. Geſetz derſelben. Urſprung der Brechung. Ihre Beſchaffenheit in der Atmoſphäre. Simpſons Theorie. Würkung der Kälte und Wärme bey der Strahlenbrechung. Ihre Ungewißheit nahe am Horizont. 269

Achtes Capitel.

Vom Calender und der Zeitrechnung. 276
§. 65. Maaß der Zeit. Sterntag. Gemeiner Tag. Zeitgleichung. Mittlere Zeit. Uhrſtellen. ebend.
§. 66. Wochen. Monathe. Jahr. Nahmen der Tage. Sonnenmonath. Mondenjahr. Sonnenjahr. Römiſche Jahrrechnung. Numä Calender. Cäſars Verwirrungsjahr. Jahrslänge in älteſten Zeiten. Die Egyptier berichtigen das Jahr. Julianiſches Jahr. Schaltjahr. Wenn es einfällt. Groſſes Jahr. Anfang des Julianiſchen Jahrs. Unbeſtändiges Jahr. Feſtes Jahr. Tropiſches Jahr. Anomaliſtiſches Jahr. Verminderung des Jahrs wird erkläret. 280
§. 67. Almanach. Unbewegliche Feſte. Bewegliche. Uneinigkeit über die Oſterfeyer. Mondenjahr. Metons Periode. Oſtertermin. Neuer und alter Stil. Verbeſſerter Calender. Verordnung vom neuen Stil. Rechte Feier des Diſtinges in Schweden. Einführung des neuen Stils in Schweden. 290

Neuntes Capitel.

Vom Gebrauch und Nutzen der Globen. 300
§. 68. Auf dem Erdglobe eines Orts Breite finden. Seine Polhöhe. Den Globen ſtellen. Alle Oerter gleicher Breite finden. Gleicher Länge. Breitenunterſcheid der Oerter. Längenunterſcheid oder Mittagsunterſcheid. Abſtand der Oerter. ebend.
§. 69. Die Breite durch Beobachtung zu beſtimmen. Verſchiedene Methoden. Berichtigung der Beobachtungen. Die Mittags- oder Längenunterſcheide durch Beobachtungen finden. Hiezu dienliche Beobachtungen. Regulirung der Zeit. Correſpondirende Höhen. Einrichtung der Mittagslinien

 und

Seite

und Gnomone. Tranſit-Inſtrument. Merkwürdige Gnomone. Einfältigere Art vermittelſt der Sonne oder des Polſterns Mittagslinien zu zeichnen. Mittagslinien abtragen. 305

§. 70. Durch den Himmelsgloben die Abweichung der Sterne zu finden. Ihre grade Aufſteigung. Sterne gleicher Abweichung. Sterne von gleicher grader Aufſteigung. Unterſcheid der Abweichung für gegebene Sterne. Unterſcheid ihrer graden Aufſteigung. Abſtand der Fixſterne auf dem Himmelsgloben. Die Breite der Sterne finden. Ihre Länge. Breitenunterſcheid und Längenunterſcheid der Sterne. Nutzen von der Abtheilung der Globen. Die Verrückung der Sterne durch das Fortrücken der Nachtgleichen auf dem Globen beſtimmen. Ort der Planeten an der Himmelsſphäre. 317

§. 71. Die Sterne, welche durch eines Orts Zenith gehen, durch den Globen finden. Diejenigen, welche beſtändig ſichtbar ſind. Tagcircul der Sterne. Längſter Tag eines Orts. Was für Sterne durchs Zenith gehen aus der Abweichung derſelben finden. Was für Sterne beſtändig über den Horizont ſind. Die Polhöhe finden, wenn der Tagcircul eines Sterns gegeben iſt, oder ſeine Abweichung aus der Polhöhe und dem Tagcircul. Die Polhöhe aus der Gröſſe des längſten Tages finden. 323

§. 72. Abzeichnung des Calenders auf dem Statif des Globen. Dadurch den Ort der Sonne für jeden Tag finden. Lage des Globen für eine gegebene Zeit. Aus dem gegebenen Ort der Sonne die Zeit finden. Aus der Lage der himmliſchen Sphäre und einem gegebenen Tage die Tagsſtunde finden. Welcher Theil der Erdkugel erleuchtet iſt. Welche Erſcheinungen geſehen werden können. 328

§. 73. Aus eines Orts Breite die Amplitude der Sterne finden, und umgekehrt. Ihr Azimuth und Höhe. Wenn von den vier Stücken nämlich eines Orts Breite, eines Sterns Abweichung, Azimuth, Höhe, drey Stücke gegeben ſind, das vierte finden. 333

Zehntes Capitel.

Von der Fehlweiſung des Magneten. 337

§. 74. Von den Fehlweiſungslinien des Magneten auf dem Globen. Halleys magnetiſche Charte. Dodſons und Mountaines Charten. Wilkes Inclinations-Charte. ebend.

§. 75. Verſuch mit den Feilſpänen bey den Magneten. Magnetiſche Pole der Erde. Eulers Theorie. Magnetiſcher Aequator der Erde. Eulers Einwurf. Aenderung der Fehlweiſung. 340

Allgemeine

Allgemeine
oder
Mathematiſche
Erdbeſchreibung.

Digitized by Google

Erſtes Capitel.

Von der Figur der Erde und der Geſtalt des Himmels überhaupt.

§. 1.

Auf der Erdoberfläche findet man Berge und Thäler, aber dieſer Ungleichheiten ungeachtet iſt doch die Figur der Erde nicht anders als ordentlich anzuſehen. Wenn man die Gröſſe und Weite der Erde betrachtet, kan man den höchſten Berg auf der Erdoberfläche für nicht mehr als ein Sandkorn auf einer kleinen Ebene halten, und das tiefſte Thal iſt einem geringen Wurmſtich gleich, auf einem groſſen und glatten Cörper. Am beſten erſcheinet die ordentliche Figur der Erde auf der ebenen Waſſeroberfläche in den groſſen Vertiefungen, die man auf der Erde findet und welche Meere oder Seen genant werden. Das trockne Land erſtrecket ſich der Lage des Waſſers gemäß fort und zeiget, daß Waſſer und Land nur eine und eben dieſelbe Figur ausmache, wie dieſelbe auch eigentlich ausfallen mag.

Wenn Winde und Stürme das Meer oder die Seen nicht aufrühren, ſo nimmt das Waſſer eine ebene Oberfläche an, und

 dieſe

dieſe Ebene liegt gegen iede lothrechte Linie, das iſt, gegen die Richtung der Schwere oder ihren Weg winkelrecht. Die lothrechte Linie wird eine Verticallinie oder bloß Vertical genannt. Zwar iſt die Oberfläche des flieſſenden Waſſers und beſonders der Ströme gegen die Richtung der Schwere nicht winkelrecht; aber ihre Neigung entſtehet von dem Abflieſſen des Waſſers, und wird gröſſer und kleiner, nachdem der Fluß ſchneller oder langſamer iſt. Die Geſchwindigkeit richtet ſich nach dem Verhalten des Flusbettes, und wächſet, je näher die Neigung deſſelben oder deſſen Richtung der Verticallinie komt. Um die Figur der Erde zu finden, muß man ſich daher nicht nach den Oberflächen flieſſender, ſondern ſtillſtehender, Waſſer richten: indem die Figur der Erde keine andre ſeyn kan, als welche ihr im Gleichgewicht zukomt. Hieraus folgt, daß Meere und Seen Theile von der wahren Figur der Erde darſtellen können.

Wir wiſſen daß Meere und groſſe Seen durch Meerengen und unterirdiſche Gänge untereinander Gemeinſchaft haben, daher können wir ihre Oberflächen als zuſammenhangend anſehen, ob ſie gleich durch das trockne Land unterbrochen werden. Daher iſt auch bey ihren gröſten Abſtande die Figur der Erde ein und eben dieſelbe.

Die ebene Oberfläche des Waſſers giebt gleich Anleitung die Erde für eine nach allen Seiten ausgeſtreckte Ebene anzuſehen. Wenn wir uns gegen ein Meer wenden oder auf ſelbiges ſchiffen, ſo dünkt uns, ſolche Ebene ſey ſo weit ausgebreitet, bis ſie den ſo genanten Himmel erreichet, an welchem alle Sterne befeſtiget zu ſeyn ſcheinen. Dieſer Anſchein muß uns nicht verleiten, zu glauben, die Figur der Erde ſey durchaus eben. Unſer Geſichtkreis iſt ſo klein gegen die Gröſſe der Erde, daß es unmöglich iſt, die Rundung der Erde durch unſer Augenmaaß zu bemerken; wir müſſen irgend ein ander Mittel aufſuchen, um über gröſſere Strecken zu urtheilen, und wir finden dergleichen ſo wohl am Himmel

als

als auf der Erdoberfläche, welches in dem folgenden gezeiget werden ſoll. Aber dieſer Satz, daß die Erde eine ebene Figur ſey, iſt doch anfangs geglaubt und von den gröſten Kirchenlehrern als eine göttliche Lehre und ein Glaubensarticul verfochten worden (a), ja noch jetzt wird er von unerfahrnen behaubtet, ob er gleich an ſich ſelbſt falſch iſt.

§. 2.

So bald wir den Himmel anſehen, dünkt uns ſeine Figur ein dunkles (b) des Nachts mit Sternen ausgezieretes und des Tages von der Sonne erleuchtetes Gewölbe zu ſeyn. Der Sonnenſchein benimmt uns das Geſicht und hindert uns, das geringere und ſchwächere Licht der Sterne zu ſehen. Aber wir haben Exempel, daß die Sonne ganz verfinſtert und die Sterne ſo gleich ſichtbar geworden. Auf ſelbige Art geſchiehet es, daß wir bey ſtarkem Mondſchein nicht alle Sterne gewahr werden, welche wir bey dunkler Nacht am klaren Himmel erblicken. Dieſe Pracht des geſtirnten Himmels iſt unbeſchreiblich, und die mehr und weniger glänzende Lichter pflegen die Zuſchauer einzunehmen. Wenn aber dieſe den Himmel eine kleine Weile anſehen, ſo bemerken ſie, daß dieſes Gewölbe ſich verrückt. Dieſe Verrückung wird von den Aſtronomen die tägliche Bewegung der himmliſchen Cörper genannt. Ihre Aufmerkſamkeit hat gefunden, daß die himmliſchen Cörper ſich gemeinſchaftlich zu verrücken ſcheinen, und in einer Zeit, die wir einen Tag oder vier und zwanzig Stunden nennen, wieder zu derſelben Stelle kommen. Eine ſolche Merk-

(a) Lactant. Divin. L. 13. C. 24. AUGUSTIN de civit. Dei. L. 16. C. 19 Bonif. Annal. Boj.

(b) Die dunkelblaue Farbe des Himmels bey klarem Wetter wird von einigen Naturkundigen der Luft zugeſchrieben, welche die Erde umgiebt, von andern aber den Waſſerdünſten, die in der Luft hangen; noch andere halten ſie für eine Miſchung von Licht und Dunkelheit.

Merkwürdigkeit kan nicht ohne groſſe Bedeutung ſeyn. Von ſelbiger iſt eine groſſe Aufklärung über die Käntniß von der rechten Figur der Erde, ja gar deren Gröſſe, hergeleitet. Wir müſſen daher die tägliche Bewegung der himmliſchen Cörper genauer betrachten. Alle Sterne ſcheinen, wie geſagt iſt, an einem Gewölbe befeſtiget zu ſeyn. Wenn man von der Beſchaffenheit dieſes Gewölbes urtheilen will, ſo komt es unſern Augen ſo vor, als wenn alle Weltcörper gleich weit von uns entfernet wären, oder daß ein Cörper uns nicht näher ſey, als der andere, welcher neben ihm ſtehet. Daher nennet man den Himmel ein **ſphäriſch Gewölbe**.

Eine **Sphäre** oder **Kugel** iſt eine Figur, deren Oberfläche überall gleich weit von einem Puncte iſt, welcher **Centrum** oder **Mittelpunct** heiſt. Alle Linien, vom Mittelpunct bis zur Oberfläche gezogen, werden der **Kugel Halbmeſſer** genant. Die Sternkundige betrachten daher den Himmel als ein holes Kugelgewölbe, in deren Mittelpuncte ſich jeder Zuſchauer befindet.

Jeglicher Beobachter wird dieſe tägliche Verrückung oder Bewegung der Sterne gleichförmig, oder gleich groß in gleichen Zeiten und auch in ungleichen Zeiten dem Verhältniß der Zeiten proportional finden. Wenn alſo ein Beobachter in dem Punct C (Fig. 1) iſt, und ein Stern ſcheinet ſich in einer Ebene von A nach B, D, E und ſo weiter zu verrücken und man macht die Winkel ACB, BCD gleich groß, ſo gebraucht der Stern von A nach B eben ſo viel Zeit, als von B nach D; und wenn der Winkel ACB zum Winkel BCE, wie 1 zu n iſt, ſo iſt auch die Zeit von A nach B, zur Zeit von B nach E, in dem Verhältniß von 1 zu n. Zum Ex. wenn BCE doppelt ſo groß iſt als ACB und ein Stern gehet in einer Stunde von A nach B, ſo komt er von B nach E in zwo Stunden. Eben dies würde geſchehen, wenn der Himmel eine Kugel oder Sphäre iſt, welche ſich um eine durch ihren Mittelpunct gehende Linie

Linie, welche man ihren Durchmeſſer nennet, drehet; daher ſind die Sternkundige darauf verfallen, den Himmel als ſphäriſch anzunehmen. Um hievon einen richtigen Begriff zu erhalten, iſt es nöthig, die Natur der Sphäre näher zu kennen.

§. 3.

Die Kugel Figur ſtellen wir uns als gleich rund oder nach allen Seiten gleich ſtark gebogen vor, das iſt, nach der Geometrie zu reden, wenn man durch der Kugel Mittelpunct eine Ebene leget, ſo daß ſie die Kugeloberfläche ſchneidet, ſo iſt dieſer Schnitt ein Circul, deſſen Durchmeſſer dem Kugeldurchmeſſer gleich iſt und deſſen Mittelpunct mit dem Kugelmittelpunct einerley iſt. Dieſe Wahrheit wird folgender Geſtalt bewieſen: wenn man in ſolcher Ebene von dem Kugelmittelpunct grade Linien bis zum Durchſchnitt der Ebene mit der Oberfläche der Kugel ziehet, ſo ſind alle dieſe Linien Kugelhalbmeſſer und gleich groß; daher iſt die Durchſchnittsfigur ein Circul (Eucl. 1 B. 15 Def.) (c); Sein Halbmeſſer und Durchmeſſer iſt einerley mit dem Kugelhalbmeſſer und Durchmeſſer; und der Mittelpunct des Schnitts einerley mit dem Kugelmittelpunct.

Wenn eine Ebene eine ſphäriſche Oberfläche ſchneidet, ſo zeiget die Durchſchnittsfigur, wie die ſphäriſche Oberfläche in ſolcher Ebene gebogen iſt. Wir werden finden, daß eine ſphäriſche Oberfläche rund um gleich gebogen iſt, mit welcher Ebene man ſie auch ſchneiden mag, nur müßen wir vorher folgenden Lehnſatz anführen.

Wenn (Fig. 2) CBE und CBD zwey rechtwinklichte Dreiecke ſind, in welchen B, B, rechte Winkel ſind, die Seite

(c) Eine Circulperipherie wird in 360 gleiche Theile getheilet, welche Grade genant werden, jeder Grad in 60 gleiche Theile welche Minuten heißen, eine Minute in 60 Secunden u. ſ. w. in Tertien, Quarten, Quinten etc. Die Winkel werden nach Circulbogen gemeſſen und man rechnet ſie daher auch nach Graden, Minuten etc.

Seite CB gleich der Seite CB und CE = CD (*d*) ſo iſt BE=BD (Euclid. B. 6. S. 7)

Nun ſtelle (Fig. 3) der Circul ADHF eine Sphäre vor, deren Mittelpunct C und deren Durchmeſſer AH iſt; durch ein Punct B des Durchmeſſers AH lege man eine Ebene gegen AH winkelrecht, welche die Kugeloberfläche in der Figur DEFG ſchneidet; ſo muß DEFG ein Circul ſeyn. Es iſt CB winkelrecht gegen alle Linien BD, BE etc. welche man in derſelben Ebene ziehet (Eucl. B. 11. D. 3) daher ſind alle Dreiecke CBD, CBE, etc. rechtwinklicht bey B; aber es iſt auch CD = CE und CB allen Dreyecken gemeinſchaflich; alſo muß BD=BE ſeyn, nach vorhergehenden Lehnſatz. Auf gleiche Weiſe iſt jede Linie, welche in dieſer ſchneidenden Ebene von B nach der Oberfläche der Kugel gezogen wird, gleich groß mit BD oder BE, oder es iſt DEFG ein Kreis, deſſen Mittelpunct in B, und deſſen Durchmeſſer DF iſt. Dies iſt ein neuer Beweis von der gleichen Krümmung der Kugel.

Wenn man eine Kugel mit einer gegen AH ſchief liegenden Ebene ſchneidet, ſo wird doch der Durchſchnitt der Ebene mit der Oberfläche der Kugel ein vollkommener Kreis. Dann man kan allezeit von C eine Linie ſenkrecht auf die ſchneidende Ebene ziehen. (Eucl. B. 11 S. 11.) Dadurch bleibt der Beweis wie vorher. Es iſt alſo allgemein bewieſen, daß der Durchſchnitt einer jeden Ebene mit einer ſphäriſchen Oberfläche ein Kreis ſey.

Die Anwendung hievon auf die himmliſche Sphäre iſt ſehr leicht: denn man findet die Sterne an der Kugeloberfläche; eines jeden tägliche Bewegung geſchiehet in einer Ebene; ihre Bewegungen müſſen für kreisförmig angeſehen werden, und wenn ein Zuſchauer im Mittelpuncte eines ſolchen Sternkreiſes ſtehet, ſo

(*d*) Das Zeichen = bedeutet, daß die Gröſſen, zwiſchen welchen es ſtehet, gleich groß ſind.

ſo muß die Bewegung des Sterns ordentlich §. 2 und gleichförmig ſcheinen, welches nun weiter erkläret werden ſoll.

§. 4.

Wir haben noch zu beweiſen, daß eines jeden Sterns tägliche Bewegung in einer Ebene geſchehe. Es ſey (Fig. 3) ADHFA die himmliſche Sphäre, welche ſich um den Durchmeſſer AH, welcher die Axe genant wird, drehet. Die Puncte A und H heiſſen Umdrehungspuncte oder Pole. Man laſſe die Axe AH ſtille und unbeweglich ſeyn, während der Umdrehung der Sphäre, ſo wird die Sphäre alleʒeit einen und eben denſelben Raum einnehmen, und des Kreiſes DEFG Ebene kan nicht verändert werden, ſondern die Puncte des Umkreiſes müſſen nach einander in derſelben Ebene folgen, die auf AH ſenkrecht iſt. Wenn alſo ein Stern in D iſt. ſo muß er während einer Umdrehung der Sphäre den Kreis DEFG durchlaufen.

In dieſer Bewegung iſt der Stern von jedem Pol A, H alleʒeit gleich weit entfernt. Den in den Dreyecken ABD, ABE iſt die Seite AB gemeinſchaftlich, BD = BE §. 3. und die Winkel ABD, ABE ſind rechte Winkel, daher iſt AD = AE. (Eucl. B. 1. S. 4. und B. 3. S. 29.) Auf gleiche Art wird bewieſen, daß der Abſtand ʒwiſchen A und jedem andern Puncte des Umkreiſes DEFG der AD gleich iſt. Auf gleiche Weiſe iſt auch H gleich weit von jedem Punct des Umkreiſes DEFG.

Wenn ʒween Sterne an der himmliſchen Sphäre D, E, gleich weit von dem Pol A entfernet ſind, (nämlich AD = AE) ſo laufen ſie in einerley Kreislinie DEFG. Man lege durch D eine Ebene ſenkrecht auf die Axe, welche ſie in B ſchneidet; man ʒiehe BD, BE, ſo iſt in den Dreyecken ACD, ACE die Seite CD = CE und AC gemeinſchaftlich, daher iſt CAD = CAE (Eucl. B. 1. S. 8.). Weiter iſt in den Drey-

ecken ABD, ABE die Seite AB gemeinſchaftlich, AD = AE und der Winkel CAD = CAE, alſo iſt ABD = ABE oder BE muß in der Ebene liegen, die ſenkrecht auf AH iſt (Eucl. B. 11. S. 4.). Hieraus folget umgekehrt, daß ein Stern, welcher in der täglichen Bewegung in gleichen Abſtande vom Pol bleibt, ſich in einer Ebene bewege.

Wenn nun die Umdrehung der Sphäre um AH gleichförmig iſt, ſo muß auch ein Stern D in gleichen Zeiten gleiche Winkel um B beſchreiben. §. 2.

Man ſtelle einen Beobachter in der Sphäre Mittelpunct C, da wird er durch tägliche Erfahrung finden, daß alle Sterne, welche in der Oberfläche der himmliſchen Sphäre liegen, während ihrer Bewegung einerley Abſtand von den Polen A oder H behalten. Hieraus könnte er ſchlieſſen, daß der Himmel würklich eine Kugel ſey, welche ſich um ihre Axe drehet. Aber dieſes Urtheil iſt voreilig.

Wir haben angeführet, daß die Aſtronomen den Himmel als eine hole Kugel anſehen, §. 2., aber ſolches geſchiehet blos, um die Phänomene deſſelben oder ſeine Erſcheinungen zu erklären. Die beſagte tägliche Bewegung iſt nur ſcheinbar für einen Beobachter, der ſich in Ruhe zu ſeyn glaubt, ob er gleich bewegt wird. Dies ſcheinbare bleibet für einen Beobachter (wegen der eigenen Bewegung der Erde) eben ſo, als wenn die himmliſchen Cörper ſich an der ſcheinbaren Sphäre bewegten: welches in der Folge bewieſen wird (vergl. §. 8.). Aber es giebt weder einen ſphäriſchen Himmel, noch iſt eine ſo geſchwinde Bewegung der Sterne möglich, welche dieſe täglichen Erſcheinungen mit ſich führen müßten.

Die vorhergehende Erinnerung iſt nöthig, um ſich für Trugſchlüſſen, die himmliſchen Cörper betreffend zu hüten. Unſer Auge kann ihren Abſtand nicht unmittelbar meſſen, auch können

wir

wir die wahre Bewegung in der groſſen Natur nicht mit Leichtigkeit entdecken, ehe wir ſie näher kennen.

Dieſer einfältige Begriff von den Sternen, welchen wir jezt erkläret haben, war der Anfang der Aſtronomie, und ob er gleich unrichtig iſt, ſo hat man dadurch doch die wahre Figur der Erde ausmachen können. In ſelbiger Abſicht iſt er hier jezt angeführet, und kann uns dienen, dieſelbe beſſer zu begreifen.

§. 5.

Wenn wir finden, daß der Himmel eine Sphäre ſey, ſo kann uns leicht der Gedanke einfallen, daß die Erde gleichfalls eine ſphäriſche Geſtalt habe. Vielleicht hat der Schöpfer mit der uns vor Augenliegenden Geſtalt des Himmels uns lehren wollen, daß die Figur der Erde kugelförmig ſey. Aber dieſe Wahrheit haben die Naturkundige nur ſpät begriffen; und es ſcheinet, daß ſowohl bey Ungelehrten als Gelehrten alle Irrthümer haben vorhergehen müſſen, ehe eine richtige Känntniß davon erhalten werden können.

In ältern Zeiten haben einige gelehrt, daß die Erde einem Schifferboot gleich ſey, welcher Satz nach Diodor Sic. bey den Chaldäern im Gange war (e). Er wird auch dem Heraclitus, aber ungewiß, beygeleget (f). Einige haben behauptet, die Erde ſey eine Pyramide; andre ſie ſey ein Würfel oder eine quadratförmige Figur (g). Leucipp verglich ſie mit einer Glocke und Democrit mit einer Schüſſel (h). Anaximander ſoll gelehret haben, daß die Figur der Erde eine Ebene ſey (i). Man kann ſich über dieſe ungereimte Verſchiedenheit der Philoſophen wundern. Vielleicht haben die hiſtoriſchen Schriftſteller aus Unwiſſenheit in der Naturlehre die Sätze unrichtig aufgeſchrieben, und

(e) B. 2. C. 8.
(f) Diogenes Laertius.
(g) Cleomedes de mundo L. I.
(h) Diogenes Laertius.
(i) ebendaſ.

und die Gelehrten haben von der Figur der Erde in ältern Zeiten geſundere Begriffe gehabt, als wir wiſſen. Denn zuweilen werden einem und eben demſelben Schriftſteller widerſprechende Sätze zugeſchrieben, und zuweilen ſind die Scribenten über die Lehrſätze eines und eben deſſelben Philoſophen uneinig.

Es iſt unnöthig alle angeführte Gedanken beſonders zu erwägen, nur von der Meynung derer, welche die Erde für eine Ebene halten, müſſen wir etwas anführen. Man vergleiche dieſe Figur mit der Geſtalt des Himmels und ſtelle ſich alſo eine Ebene durch den Mittelpunct der Sphäre vor. Wenn dieſe Ebene bis zur himmliſchen Sphäre fortgezogen wird, ſo müſſen uns während einer Umdrehung der Sphäre alle und jede Sterne zu Geſicht kommen. Es könnte bey ihrem groſſen Abſtande wohl eine Veränderung in ihrer Lage vorgehen, wenn die Ebene ſehr groß in Anſehung der himmliſchen Sphäre wäre, aber nie könnten wir neue Sterne bey unſeren Bewegungen auf der Erdoberfläche bemerken. Dies ſtreitet nun gegen alle Erfahrung, dann auf Reiſen entdeckt man immer neue Sterne. Wenn wir künftig lernen, daß die Erde wie ein Punct gegen die unermeßliche Größe der himmliſchen Sphäre iſt, ſo iſt klar, daß wir nicht einmahl die geringſte Veränderungen in der Lage der Sterne gegen die Ebene der Erde bemerken müſten, gleichwohl iſt ſolches in einer Entfernung von 30 bis 40 ſchwediſche Meilen gar zu ſichtbar. Es iſt alſo ungereimt die Erde für eine Ebene zu halten.

Wir müſſen nun der Veränderungen in der Geſtalt der himmliſchen Spähre erwähnen, welche von unſrer Bewegung auf der Erdoberfläche entſtehen, und daraus lehren, wie ſelbige dienen, die rechte Figur der Erde zu erfinden.

§. 6.

Es iſt augenſcheinlich, daß langwierige Reiſen die Alten veranlaſſen muſten, die Figur der Erde zu unterſuchen. Die

Er-

Erſcheinungen, welche auf Reiſen entdeckt werden, bewogen ſie, ſelbiger recht nachzudenken. Man fand, daß man in gröſſern Entfernungen die Spitzen der Thürme und hohen Berge ſehen konnte, aber nicht ihren Grund und ihre Füſſe, welche nur in geringern Abſtänden bemerket und geſehen wurden. Das alles konnte ſich nicht auf einer Ebene zutragen, und gleichwohl geſchahe es auf groſſen offenen Flächen. Seefahrende urtheileten darüber mit gröſter Gewisheit, denn die Oberfläche des Meeres iſt ohne Berge und Hügel: Sie bemerkten, wenn ſie in See giengen, daß niedrige Felder gleich unſichtbar wurden, aber alle Höhen, Berge und Thürme über der Oberfläche des Waſſers hervorragten; bey weiterer Entfernung fanden ſie, daß die höchſten Spitzen ſich näher nach der Oberfläche des Meers geſenkt hatten, und daß niedrigere Höhen verſchwunden waren. Diejenigen, welche ſich weit vom Strande wagten, ſahen die höchſten Spitzen ſich gleichſam ins Meer nieder ziehen, nachdem ſie lange über daſſelbe geſtanden. Was kann nun anders für eine Urſache dieſes Anſcheins ſeyn, als die Runde des Meers oder eine erhabene Krümmung der Figur der Erde.

Dies ſind die erſten Anleitungen geweſen, die Erde für kugelförmig zu halten, aber es ſcheint bey vielen keinen groſſen Eindruck gemacht zu haben, bis mehr Gründe aufgefunden worden, welche die Annahme ſolcher Figur beſtätigten. Schiffarth und Sternkunde müſſen dazu behülflich ſeyn, der Erde ihre wahre Figur herzuſtellen.

Die Seefahrer fanden nöthig, die Sternkunde auszuüben; Sie nahmen ſich vor an verſchiedenen Orten die Höhen von einerley Sternen zu meſſen; Sie fanden ſelbige ungleich, obſchon ſie zu einerley Tagesſtunde gemeſſen wurden, wenn ſie am höchſten ſtunden, das iſt, in dem Striche nach Norden und Süden (vergl. §. 13.) Wenn ſie in ſelbigen Striche reiſeten, fanden ſie, daß bey gleich groſſen zurückgelegten Wegen die Veränderungen in

den Höhen gleich groß waren. Wenn man 10 $\frac{1}{2}$ ſchwed. Meilen nach Süden reiſete, erſchienen die ſüdlichen Sterne einen Grad höher, als vorher, und die Sterne an der nordlichen Seite einen Grad niedriger. Reiſete man in ſebiger Richtung etwa 21 Meilen, ſo betrug der Unterſchied zween Grade u. ſ. w. Eben das geſchahe umgekehrt, wenn man gegen Norden reiſete. Die Sternkundige und Geometer wandten hierauf ihre Aufmerkſamkeit, und fiengen an zu glauben, daß die Erde eine gleichförmige Rundung habe.

Hiebey kamen noch andre Erſcheinungen zu ſtatten. Die gantze Welt war in ältern Zeiten auf die Finſterniſſe aufmerkſam; ſie erregten allgemeine Furcht und Schrecken, und wurden weitreiſenden erzählet oder von ihnen bey ihrer Heimkunft berichtet. Auf ſolche Art gelangten die Alten zur Vergleichung der Beobachtungen von verſchiedenen Orten. Dadurch fand man, daß ſich die Finſterniſſe an verſchiedenen Orten zu verſchiedenen Tagesſtunden zugetragen, vor Mittage an einem Orte, zu Mittage an einem andern und am dritten nach Mittage. Man bemerkte weiter, daß der Unterſcheid in den Zeiten ſich gleichſam nach den Entfernungen richtete, ſo viel man ſehen konnte, wenn mehrere Oerter in einerley Richtung lagen. Die Naturkundige ſchloſſen daraus, daß die Erde gleichförmig rund ſeyn müſte, wenn die Figur der Erde dieſe Ungleichheiten in den beobachteten Zeiten der Finſterniſſe verurſachen ſollte.

Die Sternkundige gebrauchten nicht mehr Mühe, zu begreifen, daß die ebene Figur der Erde mit den angeführten Erſcheinungen nicht beſtehen könne, ſie lieſſen allen Gedanken davon fahren, und ſuchten aus einigen Gründen bey der Erde eine kugelförmige Figur anzunehmen. Sie fanden, daß der Mond die Sonnenfinſterniſſe verurſachte, daß die Erde den Mond verfinſterte, und ſahen allezeit, daß der Erdſchatten auf dem Monde

rund

rund ſey. Dieſe Erſcheinung war in Wahrheit ein offenbahrer Beweis daß die Figur der Erde kugelförmig ſey.

Der Gedanke von der ſphäriſchen Figur der Erde iſt nicht allgemein angenommen worden, bis die angeführten Gründe geſammelt werden konnten. Es iſt gleichwohl glaublich, daß ſo bald man angefangen, die Erde für rund zu halten, ſie auch bis auf weitere Entdeckungen für eine Kugel angeſehen worden, als welche Figur am meiſten bekannt war. Man hält dafür daß Parmenides, ein Grieche, ungefähr 420 Jahr vor Chriſti Geburt zuerſt öffentlich gelehrt habe, daß die Erde eine Kugel ſey (k). Es kann ſeyn, daß dieſe Wahrheit lange vor dem Parmenides (l), den Chaldäiſchen, Egyptiſchen und Phöniciſchen Aſtronomen bekannt geweſen, denn man weiß, daß die Griechen ihre Weisheit aus dieſen Ländern geholet haben.

§. 7.

Die Naturkundige und Aſtronomen haben in ſpätern Zeiten nie Bedenken getragen, die ſphäriſche Figur der Erde anzunehmen; aber es hat doch nicht an Gelehrten gefehlet, welche viele lächerliche Einwürfe dagegen gemacht; daß es keine Gegenfüſſer, das iſt, ſolche Leute geben könne, die an beyden Endpuncten eines Kugeldurchmeſſers wohnen; oder daß ſie nicht von dem Stammvater der Menſchen Adam abſtammen können; daß man auf einer Kugel unmöglich gehen und bauen könne, und daß die Bewohner der Erde die Füſſe nicht gegen einander kehren können, u. dgl.. Dergleichen Ausreden zeugen von einer ſelbſtklugen Unwiſſenheit; denn Völkerwanderungen geſchahen in den älteſten Zeiten, und es iſt eben ſo leicht, auf allen Seiten der Erdkugel zu gehen

(k) Diogenes Laertius im Leben Parmenides.

(l) Nach Strabos Bericht hat Parmenides die Erde zuerſt in Zonen abgetheilet. vergl. B. 2. S. 94. Lut. 1694. Daher ſcheinet es, daß die ſphäriſche Figur der Erde ſchon vor ſeiner Zeit bekannt geweſen. S. Plin. Hiſt. Nat. L. 7. C. 56.

gehen und zu bauen, als auf einer Ebene, wenn die Richtung der Schwere ſenkrecht auf ihre Oberfläche iſt.

Die Erfahrung neuerer Zeiten hat die kugelförmige Figur der Erde beſtätiget; inſonderheit die weitläuftigen Seereiſen, welche in deu leztern Jahrhunderten gemacht ſind, denn man hat gefunden, daß die Reiſen nach der Kugelfigur eingerichtet werden müſten. Der Seeman muſte ſein Schiff auf dem Meer nach den ſphäriſchen Grundſätzen der Figur der Erde ſteuren, unterdeß daß ſeine Landesleute die kugelförmige Figur der Erde mit Heftigkeit läugneten.

Columbus iſt unter den aufgeklärten Seeleuten ein merkwürdiges Exempel: Er hatte die größten Reiſen gemacht, und wenn er das durchſchiffte Meer mit der ſphäriſchen Figur der Erde verglich, ſo fand er, daß nur die halbe Erdkugel bekannt ſey. Columbus war ſo ſehr von der ſphäriſchen Figur der Eede überzeugt, daß er beſchloß, die neue Welt oder America aufzuſuchen, wie ſie nachher genannt worden. Der Ausgang ſeiner Unternehmung legte die Wahrheit von der runden Figur der Erde völlig zu Tage. Eine gleiche Beſtätigung geben alle Reiſen, auf welchen man rund um die Erde geſchifft hat (m). Denn die haben nach der ſphäriſchen Krümmung gerichtet werden müſſen; mit dieſer und den daraus folgenden Erſcheinungen ſtimmen ſie gänzlich überein.

Es iſt alſo auſſer Zweifel geſetzt, daß die Erde rund ſey; ob ſie eine vollkommene Kugel ſey, iſt eine wichtigere Frage. Sie ward in dem leztern Jahrhundert von Huygens und Newton aufgeworfen und es ſind auf ihre Beantwortung viele Mühe und

Ko-

(m) Jahr 1519 ⸗ ⸗ ⸗ 1522 ſegelte Ferdinand Magellan zu allererſt um die Erde. Nachher haben mehrere dieſe Reiſe gemacht. Thomas Candiſh 1568; Franz Drake 1577 ⸗ ⸗ ⸗ 1580; Simon Cordes 1597; Wilh. Schouten und Jacob le Maire 1615; Jac. Eremit und Joh. Hugo Schapenham 1629; Brouwer 1679; Cowley 1683; Dampler 1698; Beaucheſne 1699; Rogers 1708; Anſon 1744; und endlich Byron 1765; welcher ohne das in Anſons Geſellſchaft geweſen.

Koſten verwandt worden. Der Ausgang hat gelehret, daß die Erde nicht viel von einer Kugel abweiche. Wir können ſie alſo im Anfange für eine Kugel annehmen und aus den Eigenſchaften dieſer Figur die Erdbeſchreibung erläutern.

Zweytes Capitel.
Von der täglichen Bewegung der Erde und Eintheilung der Erdkugel.

§. 8.

Die tägliche Bewegung der Erde iſt die Urſache der ſcheinbaren Umdrehung der himmliſchen Sphäre. Um dies zu verſtehen und zu erklären, ſey AaD (Fig. 4.) ein Circul und der Halbmeſſer CA ſey verlängert bis zu einem weit abgelegenen Object B; in A ſey ein Beobachter, ſo wird er den Stern B in der Linie AB oder in der Richtung CAB ſehen. Wenn ſich nun der Kreis CAaDA um C drehet, ſo daß das Punct A nach a kommt, ſo muß der Stern B in der Linie aB erſcheinen. Der Beobachter, welcher in A war und nach a gekommen, ſiehet daſelbſt den Stern nicht mehr in der Richtung cab, ſondern nach einer andern Richtung aB, welche mit ca den Winkel baB macht. Wenn nun der Beobachter von der Umdrehung nichts weiß, ſondern meynet, daß er ſtill geſtanden, ſo muß er glauben, daß der Stern von der Linie ca ſich nach der Linie aB verrücket habe, und er wird die Bewegung des Sterns durch den Winkel baB meſſen. Dieſer Winkel baB iſt der Summe der Winkel ACa und aBC gleich (Euclid. B. 1. S. 32.), aber je weiter der Stern B von C entfernt iſt, deſto kleiner iſt der Winkel CBa, ſo daß aB mit CB parallel wird, wenn CB unendlich lang iſt, und

alſo baB gleich groß mit aCA. Auf ſolche Art wird der Beobachter, wenn er nach a gekommen iſt, glauben, daß die Winkelbewegung des Sterns um ihn ſelbſt ſo groß ſey, als ſeine eigene Bewegung um C iſt. Der Unterſcheid beſtehet darin, daß die ſcheinbare Bewegung des Sterns von der Richtung Cab nach der Richtung aB gehet, aber die wahre Bewegung des Beobachters umgekehrt von CAB nach Cab.

Hierin beſtehet der Augentrug, deſſen §. 4. erwähnet; denn der Beobachter auf Erden kann ſeine eigene Bewegung nicht merken, ſondern blos die ſcheinbare tägliche Veränderung der himmliſchen Sphäre oder aller Sterne, und der Abſtand der Sterne iſt ſo groß, daß alle Linien, welche von einem Circul auf der Erdkugel dahin gezogen werden, parallel zu ſeyn ſcheinen. Hieraus finden wir, daß wir durch dieſe Erſcheinungen über die Umdrehung der himmliſchen Sphäre nicht gewiß werden können, ſondern daß wir unterſuchen müſſen, wie es ſich mit der Erde verhält, worauf wir wohnen. Wir werden hierin beſtärket, wenn wir die allgemeine Erfahrung erwägen, die man auf Reiſen ſo wohl zur See als zu Lande erhält. Uns dünkt allezeit, daß alle Objecte ſich verrücken und zwar grade gegen die Richtung, nach welcher wir reiſen, und man würde ſich in ſeinem Urtheile betrügen, ſo bald man nicht wüſte, daß das Fuhrwerk oder Fahrzeug ſich würklich bewege, und man durch das Unebene des Weges oder die Gewalt der Wellen daran nicht erinnert würde: Solche Anleitungen finden ſich nicht, die Umdrehung der Erde um ihre Axe zu ſchlieſſen, daher kann man ſelbige nicht merken. Wir müſſen daher die Gründe erwägen, welche hieher gehören, und die uns von dem wahren Zuſammenhange überzeugen können.

§. 9.

Wenn die Erdkugel deren Halbmeſſer beynahe 599 ſchwed. Meilen iſt, wie die Folge beweiſen wird, ſich in 24 Stunden um einen

einen ihrer Durchmeſſer drehet, ſo müſte jedes Punct mitten zwiſchen den Polen in einer Minute weiter als $2\frac{1}{2}$ ſchwed. Meilen oder ungefähr 1422 Fuß in einer Secunde laufen (vergl. §. 12.). Dieſe Geſchwindigkeit iſt faſt 12 mahl ſtärker als diejenige, mit welcher eine Stückkugel aus der Mündung des Stücks fährt, und ſie würde bey gröſſern Abſtande von der Erdachſe gröſſer werden. Hieraus erhellet, daß die Cörper dadurch von der Erdoberfläche würden weggeworfen werden, wenn ihre Schwere ſie nicht zurück hielte, und daß bey gröſſerer Entfernung die Kraft der Schwere nicht weiter dazu hinreichen würde.

Die Cörper, welche ſich auf der Erdoberfläche befinden, können von ihrer Axe nicht weiter als um den Erdhalbmeſſer entfernet ſeyn, und ihre Geſchwindigkeit iſt nach der Rechnung ſo groß, als geſagt iſt. Wie groß würde aber die Geſchwindigkeit nicht für die himmliſchen Cörper bey einer gleichen Umlaufszeit werden, da ihre Entfernung tauſend, ia viele Millionen mahl gröſſer befunden wird? Und was würde in der Erde für eine Kraft ſeyn, welche ſie ungeachtet einer ſo groſſen Entfernung in derſelbigen Ordnung erhielte? In der ganzen Naturlehre findet ſich kein Grund, worauf man einen ſolchen Satz bauen könnte. Es iſt ungereimt aus dem Grunde die Umdrehung der Erde um einen ihrer Durchmeſſer zu läugnen, damit man ihre Ruhe behaupten könne; denn zu gleicher Zeit müſte man dem unermeßlichen Himmelsgewölbe einen erſtaunlichen Lauf und Schwingung um die kleine Erdkugel beylegen. Leichter iſt es die Umwälzung der Erde in 24 Stunden zu glauben. Die Erſcheinungen fordern nun, daß eins von beyden geſetzt werden müſſe; daher iſt es vernünftiger das, was möglich ſcheint, dem ungereimten vorzuziehen.

An ſich ſelbſt ſind die angeführten Gründe gültig genug, die tägliche Bewegung der Erde um ihren Durchmeſſer zu glauben, ſo bald man nicht blos des Anſcheins wegen nach einem allezeit ungewiſſen Dünken den Gegenſatz vertheidigen will. Man muß

 gleich-

gleichwohl zugeben, daß es mehrere deutliche Beweiſe für dieſe Wahrheit giebt, inſonderheit in den mit dem Pendul an mehrern Orten angeſtellten Verſuchen, welche die Verminderung der Schwere durch die Centrifugalkraft zu Tage legen, die allein von der Umdrehung der Erde entſtehen kann. Die Ordnung fordert, dieſen Beweis zum dritten Capitel zu ſparen: aber unterdeſſen werden wir die Umdrehung der Erde für abgemacht anſehen, um darauf die Eintheilung der Erdkugel zu gründen.

§. 10.

Wenn wir die Erdkugel abbilden wollen, ſo muß ſolches durch eine Kugel geſchehen, die um einen Durchmeſſer oder Axe gedrehet werden kann. Dies iſt der Urſprung der Ausgabe der Weltkugeln (a). Aber dabey entſtehet gleich die Frage: Wie ſollen alle Puncte der Erde auf einer Kugel gezeichnet werden? Hierauf iſt die Antwort, daß die gleiche Ründung der Sphäre oder Kugel nicht alle Ordnung auf derſelben aufhebe. Denn die Axe, welche bey ihrer Umdrehung unbeweglich bleibet, weiſet die Pole auf der Kugeloberfläche an, welche ſich vor allen andern Puncten auszeichnen und vermittelſt der Axe oder deren Pole können wir uns leicht die Abtheilung der Kugel vorſtellen.

Wenn eine Ebene die Kugel längſt der Axe ſchneidet, ſo theilet ſie dieſelbe in zween gleiche Theile oder **Halbkugeln**, wovon eine die **öſtliche Halbkugel**, die andre die **weſtliche Halbkugel** genannt wird. **Oſten** oder **Morgen** nennet man die Seite, woſelbſt die himmliſchen Cörper bey ihrer ſcheinbaren Bewegung ſichtbar werden oder aufgehen; und **Weſten** oder **Abend** diejenige, wo ſie untergehen oder verſchwinden. Die tägliche Bewe-

(a) Plinius berichtet, daß Anaximander ungefehr 547 Jahr vor Chriſti Geburt künſtliche Erdkugeln zu machen erfunden habe. S. Plin. Hiſt. Nat. L. 7. C. 66. Hiernach ſcheinet es, daß Anaximander die Erde für eine Kugel gehalten, obgleich Diogenes Laertius berichtet, daß er ſie für eine Ebene ausgegeben (vergl. §. 5. Not. i).

Bewegung der Sterne ſcheinet von Morgen nach Abend oder von Oſten nach Weſten zu geſchehen. Daraus folget, daß die tägliche Umdrehung der Erde von Weſten nach Oſten gehet.

Eine Ebene, welche die Erde in die öſtliche und weſtliche Halbkugeln theilet, heiſſet **Mittags- oder Meridian-Ebene**, und der Durchſchnitt dieſer Ebene mit der Kugeloberfläche heiſſet **Meridian** oder **Mittagskreis**. Der Nahme iſt von der Mittagszeit hergenommen, welcher einfällt, wenn die Sonne in dieſer Ebene erſcheinet. Wenn man eine Ebene die Erdkugel in einem Puncte berühren läſſet, ſo heiſſet dieſe Ebene der **Horizont** und die Durchſchnittslinie des Horizonts mit der Meridian-Ebene heiſſet die **Mittagslinie**. Der Meridian erhält ſeinen Nahmen von einem Orte, der in dem Kreiſe liegt, der ſolchen Meridian vorſtellet. Z. E. der upſaliſche Meridian iſt ein Kreis auf der Erdoberfläche, der durch Upſala gehet und deſſen Ebene die Erdkugel längſt der Axe ſchneidet. Die Aſtronomie lehret uns die Mittagslinien aufzureiſſen, wodurch die Meridian-Ebene beſtimt, und die öſtliche Halbkugel von der weſtlichen oder der Aufgang der Sterne von ihrem Untergange unterſchieden werden kann.

Die Kunſt iſt von der Natur geleitet, dieſe Eintheilung zu machen: Eben dieſelbe giebt auch Anleitung zu einer andern Abtheilung der Erdkugel in zwo Halbkugeln. Wenn man durch der Kugel Mittelpunct eine Ebene ſenkrecht durch die Axe leget, ſo heiſſet dieſelbe die **Aequators-Ebene**. Die eine Halbkugel iſt diejenige, welche wir bewohnen und wird die **nordliche Halbkugel** genannt, von dem Pol, der darin iſt; die andre heiſſet die **ſüdliche Halbkugel** von ihrem Pol. Der Durchſchnitt dieſer Ebene mit der Erdoberfläche heiſſet **Aequator** oder die **Linie**. Dieſer Kreis pflegt auf allen künſtlichen Erdkugeln in ſeine 360 Grade und die Grade in kleinere Theile, nachdem es die Gröſſe der Kugel zuläſſet, abgetheilet zu werden.

Man kann ein Punct des Aequators erwählen, wo man anfänget, die Grade zu zählen, dieſes Zählen der Grade pfleget gemeiniglich gegen Oſten hin zu geſchehen. Der Meridian, welcher durch ſolches Anfangspunct gehet, wird der erſte Meridian genannt. Von ſelbigen zählet man die übrigen Meridiane in der Ordnung und in derſelben Richtung, wie die Zahlen geſetzt ſind.

§. 11.

Die Meridiane auf der Erdkugel haben mit derſelben einerley Halbmeſſer. Denn ihre Kreisflächen gehen durch den Mittelpunct der Kugel (§. 3.). Der Halbmeſſer des Aequators iſt eben ſo groß, aus eben dem Grunde. Dies iſt nicht genug zu wiſſen; wir müſſen auch erwägen, daß die Ebene eines jeden Meridians auf der Ebene des Aequators ſenkrecht ſtehe, denn die Axe ſtehet ſenkrecht auf der Ebene des Aequators, daher müſſen alle Ebenen, darin die Axe liegt, das iſt, alle Meridian-Ebenen auf der Ebene des Aequators ſenkrecht ſtehen (Eucl. B. 18. S. 18.) (Vergl. §. 10.). Man kann alſo die Meridiane als Kreiſe durch der Kugel Mittelpunct anſehen, die den Aequator ſenkrecht ſchneiden. Umgekehrt, wenn wir uns eine Ebene vorſtellen durch den Mittelpunct der Kugel und ſenkrecht auf den Aequator, ſo muß die Axe in derſelben liegen, das iſt, ſie muß eine Meridian Ebene ſeyn. Alſo muß auch ein Kreis, deſſen Ebene durch der Kugel Mittelpunct gehet, und welcher den Aequator ſenkrecht ſchneidet, ein Meridian ſeyn.

Der Aequator unterſcheidet ſich durch die Eigenſchaft, daß beyde Pole von ſeinem Kreiſe gleich weit entfernet ſind, von allen andern Kreiſen auf der Erdkugel. Es ſey PEpQ (Fig. 5.) ein Meridian auf der Erdkugel; Pp die Axe und C der Mittelpunct; ECQ ſey ein Durchmeſſer des Aequators; ſo iſt PCE ein rechter Winkel §. 10. der Bogen PE iſt ein Viertheil

oder

oder Quadrant des Kreiſes PEPQ, und ebenfalls iſt pE ein Quadrant deſſelben, alſo ſind die Bogen PE und pE, imgleichen die Sehnen PE und pE gleich groß. Nun ſind alle Meridiane gleich groß, folglich auch ihre Quadranten, und die Sehnen ihrer Quadranten ebenfalls, das iſt, beyde Pole ſind gleich weit vom Aequator und der Aequator gehet mitten zwiſchen den beyden Polen über die Erdkugel (b).

Auſſer dem Aequator und den Meridianen kann man auf der Erdkugel noch viele andre Kreiſe ziehen §. 3. Wenn die Ebene eines ſolchen Kreiſes durch der Kugel Mittelpunct gehet, ſo heiſſet er ein gröſter Kreis; aber andre Kreiſe, deren Ebene nicht durch der Erdkugel Mittelpunct gehen, werden kleine Kreiſe genannt. Von den kleinern Kreiſen gebraucht man inſonderheit diejenigen, deren Ebenen ſenkrecht auf die Axe Pp ſind. Die Ebenen derſelben ſind mit der Ebene des Aequators parallel (Eucl. B. 11. S. 14.) und man nennet dieſe Kreiſe Parallele des Aequators oder ſchlechtweg Parallele. Der Pol P iſt von jedem Punct eines Parallels gleich weit, und die Bogen der Meridiane zwiſchen dem Pol und einem Parallel ſind alle unter einander gleich (§. 4. Vergl. Eucl. B. 3. S. 29.). Eben ſo verhält ſich die Sache mit dem Pol p. Aber alle Quadranten der Meridiane vom Pol bis an den Aequator ſind gleich groß, daher müſſen auch alle Bogen der Meridiane zwiſchen einem Parallel und dem Aequator unter einander gleich seyn. Und eben ſo ſind die Bogen der Meridiane zwiſchen zween Parallelen alle gleich groß.

Die Parallele haben ihre Mittelpuncte in der Erdaxe (§. 3.), ſo daß die Ebenen der Meridiane, welche durch die Axe gehen, auch durch die Mittelpuncte aller Parallele gehen, daher

(b) Jeder Quadrant des erſten Meridians wird auf einer künſtlichen Erdkugel in 90 Grade und kleinere Theile getheilet; die Zahlen der Grade fangen vom Aequator an und endigen ſich in den Polen. Die übrigen gezeichneten Meridiane können eben ſo eingetheilet werden.

daher werden von jedem Meridian alle Parallele in zwey gleiche Theile geſchnitten. Denn die Durchſchnittslinie der Ebene eines Meridians mit der Ebene eines Parallels iſt ein Durchmeſſer des Parallels. Umgekehrt: Wenn ein Kreiß alle Parallele in zwey gleiche Theile ſchneidet, ſo iſt er ein Meridian, denn die Ebene eines ſolchen Kreiſes muß durch die Mittelpuncte aller Parallele, das iſt, durch die Axe gehen. Auſſerdem iſt die Ebene eines jeden Meridians ſenkrecht auf die Ebenen der Parallele, denn die Ebene eines jeden Meridians iſt ſenkrecht auf des Aequators Ebene. (Eucl. B. 11. S. 16.). Umgekehrt: Wenn die Ebene eines groſſen Kreiſes auf der Ebene eines Parallels ſenkrecht ſteht, ſo iſt der groſſe Kreis ein Meridian; denn derſelbe groſſe Kreis iſt ſenkrecht auf des Aequators Ebene. (Eucl. B. 11. S. 18.) und wir wiſſen nun, daß ſolche groſſe Kreiſe Meridiane ſind. Die Halbmeſſer der Parallele ſind deſto gröſſer, je näher ſie dem Aequator liegen und dieſe Halbmeſſer werden kleiner, wenn ſie ſich den Polen nähern (§. 4. vergl. Eucl. B. 3. S. 15.); daher müſſen die Parallele ſelbſt kleiner werden, wenn ihre Mittelpuncte den Polen näher kommen. Der Aequator kann für einen Parallel gerechnet werden, und iſt unter ihnen der gröſte.

Aus alle dieſem erhellet, wie die Oberfläche der Kugel ordentlich abgetheilet werden könne: Man verzeichne die Meridiane ſo dicht, als man will, neben einander auf der Kugeloberfläche und eben ſo die Parallele. Dadurch wird die ganze Oberfläche in lauter kleine Rauten abgetheilet, deren Lage nicht ſchwer zu beſtimmen iſt: Denn wenn der erſte Meridian gegeben iſt und die übrigen überall gleich dichte gezeichnet ſind, ſo zählet man ſie auf dem Aequator vermittelſt der Eintheilung deſſelben in Grade. Eben ſo, wenn der erſte Meridian in Grade vom Aequator an, wie meiſtens gewöhnlich, eingetheilet iſt, ſo kann man darnach die Parallele zählen. Man kann ſolchergeſtalt beſchreiben zwiſchen

ſchen welchen Meridianen und zwiſchen welchen Parallelen eine Raute lieget.

Wenn ein Meridian durch ein Punkt gezeichnet iſt, ſo findet man auf dem Aequator, wie der Meridian gelegen iſt oder in welchem Grade er den Aequator ſchneidet. Dies nennet man eines ſolchen Puncts **Longitude** oder **Länge**. Wenn auch durch ſelbiges Punct ein Parallel gezogen iſt, ſo findet man auf dem erſten Meridian, (oder auf welchen Meridian ſonſt die Abtheilung in Grade gemacht iſt) wie weit ſolcher Parallel vom Aequator liegt, und dies heiſſet ſolchen Puncts **Latitude** oder **Breite** und zwar die nordliche in der nordlichen Halbkugel, und die ſüdliche in der ſüdlichen. Durch die Länge und Breite kann alſo die Lage eines jeden Puncts auf der Kugeloberfläche in Anſehung des erſten Meridians und Aequators beſtimmt werden. Alſo, wenn der erſte Meridian auf der Erdkugel derjenige iſt, der durch Upſal gehet, deſſen nordliche Breite 59° 51′ 30″ iſt, und wenn auf einer Kugel der erſte Meridian und Aequator verzeichnet ſind, ſo kann man die Lage von Upſal auf ſolcher Kugel verzeichnen, wenn man auf dem erſten Meridian vom Aequator an 59° 51′ 30″ zählet. Eben ſo: Wenn die Länge von der Inſul Rodrigo in Oſtindien 45° 34′ und deſſen ſüdliche Breite 19° 40′ 30″ iſt, ſo zählet man auf dem Aequator vom erſten Meridian an 45° 34′ und durch ſolches Punct ziehet man mit Bleyerz einen blinden Meridian, ſo dann zählet man auf dem erſten Meridian nach Süden 19°40′30″ und ziehet durch ſolches Punct einen Parallel, welcher den blindgezogenen Meridian grade da ſchneidet, wo die Inſul Rodrigo gezeichnet werden muß. Auf gleiche Art können alle Oerter gezeichnet und die ganze Erdkugel auf einer Kugel abgebildet werden.

Es iſt gleichviel, durch welchen Ort der erſte Meridian gezogen wird, nur muß man die Länge der übrigen Oerter von demſelben und zugleich ihre Breite wiſſen. So findet man bey

den älteſten Erdbeſchreibern, daß der erſte Meridian durch die canariſchen Inſeln gezogen iſt. König Ludwig XIII. verordnete, daß die franzöſiſchen Erdbeſchreiber dabey bleiben ſollten, und die Pariſer Academie der Wiſſenſchaften hat durch abgeſchickte Aſtronomen die Länge von Paris von dieſen Inſuln beobachten laſſen. Sie iſt 19° 53′ 45″ von der Inſul Ferro gefunden worden, aber die Erdbeſchreiber haben ſie grade auf 20° geſetzt, wenn die Kugeln nicht gröſſer ſind, als daß ſolcher Unterſcheid merklich werden kann. Wenn wir eben den erſten Meridian annehmen, ſo iſt die Länge von Upſal 35° 11′ 15″ und von der Inſul Rodrigo 80° 45′ 15″. Die Aſtronomen nehmen mehrentheils den Meridian, in welchem ſie beobachten, für den erſten. Sie erwägen, daß die Länge eines Orts nichts anders iſt, als ein Bogen des Aequators, welcher zwiſchen dem erſten Meridian und dem Meridian des Orts ſelbſt enthalten iſt. Einen ſolchen Bogen des Aequators zwiſchen zween Meridianen nennen ſie den **Unterſcheid der Meridiane** oder **Unterſcheid der Mittage**. Wenn einer dieſer Meridiane der erſte iſt, ſo iſt der Mittags Unterſcheid der Länge des andern Meridians gleich, aber in andern Fällen iſt der Mittags Unterſcheid dem Unterſcheid der Längen beyder Meridiane gleich. Die Aſtronomen pflegen den Unterſcheid der Meridiane ſtat der Längen zu zählen und zwar ſowohl nach Oſten als Weſten, die Längen aber werden allezeit nach Oſten hin gezählet, ſo wie die Grade des Aequators §. 10. Man hat von dem Unterſcheide der Meridiane Anleitung genommen, auch von dem Unterſcheide der Breite zu reden, welches ein Bogen eines Meridians iſt, den die Parallele zweener Oerter einſchlieſſen.

Man kann auf den Kugeln die Meridiane nicht allzu dicht zeichnen. Auf gröſſeren Kugeln pflegt man ſie immer durch den fünften Grad des Aequators zu ziehen, aber auf kleinern nur durch den zehnten. Die Parallele werden nicht dichter gezeichnet, ſondern auch nur durch jeden fünften Grad des erſten Meridians

dians auf gröſſern, und durch jeden zehnten Grad auf kleinern Kugeln. Es iſt gleichwohl nöthig, zeigen zu können, wie ſich eines jeden Orts Meridian über die Kugel erſtrecket oder durch welche Puncte der abgebildeten Erde ſolcher Meridian gehet, wenn der Ort nicht grade auf einen gezeichneten Meridian trifft; zu dem Ende wird an der Kugel ein meßingener oder metallener Circul ſo befeſtiget, daß die Kugel mit den Endpuncten der Axe darin hänget und die eine Seite oder Fläche des meßingern Circuls mitten durch die Axe der Kugel gehe. Dieſe Seite iſt eben ſo, wie der erſte Meridian, abgetheilet. Wenn nun die Kugel ſo umgedrehet wird, bis ein Ort unter dieſen eingetheilten Circul oder Meridian liegt, ſo zeiget er, was für Oerter mit dem erſtgenannten unter einen und eben denſelben Meridian liegen. Dieſer meßingerne Meridian giebet auch durch ſeine Eintheilung an, wie groß die Latitude oder Breite des Orts iſt.

§. 12.

Wir müſſen nun weiter die Lage der Meridiane gegen einander betrachten, und fürnemlich auf deren Neigung gegen einander Acht geben. Die Neigung oder der Winkel zweener Meridiane iſt ſo groß als der Winkel ihrer Durchſchnittslinien entweder mit der Ebene des Aequators oder mit der Ebene eines Parallels (Eucl. B. 11. Def. 6.). Hieraus folgt, daß zween Meridiane in allen Parallelen und dem Aequator ähnliche Kreisbogen abſchneiden. Dieſe Eigenſchaft erkläret die Umdrehung der Erde um ihre Axe; denn man verſtehet nun deutlich, wenn ſich die Erde umdrehet und alle Meridiane nach einander fortrücken, daß dann gleich groſſe Theile, das iſt, gleich viele Grade der Parallele und des Aequators fortgehen. Man findet alſo, daß ſich ſolches anwenden laſſen könne, die Länge der Oerter auf den Parallelen abzumeſſen, wenn man ſie ſo abtheilen will, wie den Aequator; oder auch, daß der Winkel, den die Ebene der Meridiane

mit dem erſten Meridian macht, würklich ſolche Längen abmeſſe; und daß die Winkel oder Neigungen der Ebenen der Meridiane ihre Mittagsunterſcheide abmeſſen können.

Die Aſtronomen und Erdbeſchreiber ſind bey dieſer Betrachtung nicht ſtehen geblieben, ſondern haben geſucht gröſſere und kleinere Theile der Umdrehung der Erde hieraus zu berechnen. Die Erde muß ſich grade ſo viel gedrehet haben, als der Winkel zweener Meridiane beträgt, wenn der eine Meridian ſich bis in die Stelle des andern bey der Umdrehung der Erde verrückt hat; eben ſo hat die Erde ſich einmahl ganz umgedrehet, wenn ein Meridian wieder in ſeiner erſten Stelle angekommen. Aber die Umdrehung der Erde wird durch eine gewiſſe Zeit gemeſſen, welche man einen Sterntag nennet; es war alſo noch übrig, den Tag abzutheilen und ſeine Theile mit den Winkeln oder Neigungen zwiſchen den Ebenen der Meridiane zu vergleichen.

Der Tag wird in 24 gleiche Theile oder Stunden abgetheilet; jede Stunde in 60 gleiche Theile oder Minuten; jede Minute in 60 gleiche Theile oder Secunden. Man kann in Gedanken wohl die Eintheilung jeder Secunde in 60 Tertien u. ſ. w. fortſetzen, aber es iſt nicht möglich, Inſtrumente zu verfertigen, welche ſie angeben, oder auch ſie mit der größten Aufmerkſamkeit zu unterſcheiden. Die kleinſten Zeittheile, welche man zu zählen pflegt ſind halbe oder Viertheil Secunden. Auf einen ganzen Tag gehet nun eine ganze Umdrehung der Erde, das iſt, 360 Grade oder 4 rechte Winkel. Auf eine Stunde gehen alſo 15 Grade dieſer Umdrehung; 4 Zeitminuten gehen auf einen Grad Umdrehung; eine Zeitminute auf 15 Winkelminuten Umdrehung und eine Zeitſecunde auf 15 Winkelſecunden Umdrehung. Durch dieſe Vergleichung der Umdrehungswinkel gegen Zeit kann eines Orts Länge durch Zeit ausgedruckt werden. Es verläuft dieſelbe Zeit, welche ſo vielen Graden, als die Länge beträgt, zukommt, indem die Erde ſich drehet, ſo daß wenn die Sonne in eines Orts

Meri-

Meridian iſt, oder die Mittagszeit für einen Ort einfällt, vergehet ſo viel Zeit als auf die Gradzahl der Länge gerechnet wird, bis die Sonne zum erſten Meridian kommt oder daſelbſt die Mittagszeit einfällt.

Die Länge könnte nach Weſten hin gezählet werden, wie die ſcheinbare Bewegung der Sonne gehet, aber die Erdbeſchreiber zählen ſie nach Oſten hin, oder nach der Richtung der Umdrehung der Erde. Daher kommt es, daß wenn die Sonne in dem erſten Mittagskreiſe iſt, eine wohlgeſtellte Uhr in jedem Meridian die Zeit weiſet, welche der Länge des Meridians zukommt. Z. Ex. Wenn die Sonne im Meridian der Inſul Ferro iſt, weiſet in Upſal die Uhr 2 St. 20′ 45″, welche der Länge oder 35° 11′ 15″ zukommen. Auf gleiche Art, wenn die Sonne in dem Meridian von Upſal iſt, weiſen die Uhren an Oerter, welche öſtlich von Upſal liegen, wie groß ihre Länge von dem Meridian von Upſal iſt. Z. E. zu Canton in China weiſet die Uhr 6 St. 21′ 43″, wenn die Sonne in dem upſalſchen Meridian iſt, denn Cantons Länge vom upſalſchen Meridian iſt 95° 25′ 44″. Die Urſache davon iſt, weil alle Uhren ſo geſtellt werden, daß ſie grade auf 12 weiſen, wenn die Sonne im Meridian iſt, und daß alſo die Zeiger ihren Lauf anfangen, wenn die Sonne den Meridian zu verlaſſen anfängt. Wenn die Uhr in Upſal 12 weiſet, iſt ſie an den gegen Weſten gelegenen Orten noch nicht bis auf 12 gekommen. Der Unterſcheid an jedem Orte iſt der Zeit gleich, die dem Unterſcheid der Meridiane zwiſchen ihnen und Upſal gleich iſt. Z. E. wenn die Sonne im upſalſchen Meridian iſt, ſo daß die Uhr in Upſal 12 iſt, ſo fehlen zu Paris noch 1 St. 1′ 10″, ehe die Uhr 12 iſt, oder die Uhr iſt erſt 10 St. 58′ 50″ vormittags, welches eben ſo viel iſt, als 22 St. 58′ 50″ auf den vorhergehenden Tag, und kommt mit der Länge von Paris überein, wenn man ſie von dem upſalſchen Meridian, als den erſten nach Oſten hin rechnet. Dies ſtimmt mit dem vorigen überein.

§. 13.

Nach Anleitung der beſchriebenen Eintheilung der Erdkugel iſt es nun leicht, die Erdoberfläche auf einer Kugel abzubilden (§. 11.). Wenn ein Ort, deſſen Länge und Breite bekannt iſt, auf einer Kugel nicht gezeichnet iſt, ſo kann man das Punct finden, wo er gezeichnet werden muß. Solchergeſtalt kann man auf einer Kugel die Lage der Oerter eben ſo ſehen, als man ſie in der Ferne auf der Oberfläche der Erde ſelbſt ſehen würde. Dieſe Kenntniß reichet doch nicht zu, wenn man die Lage der Oerter gegen einander umſtändlicher beſchreiben ſoll, beſonders wenn ihr Abſtand auf der Kugel nicht merklich wird.

Aus dieſer Urſache haben die Erdbeſchreiber die Eintheilung der Windſtriche erfunden. Sie wird in der Horizontal-Ebene gemacht, auf welcher die Mittagslinie gezogen iſt. (§. 10.) Es ſey NS (Fig. 6) die Mittagslinie, ſo durch ein Punct C gezeichnet iſt; CN ſey der Nordſtrich oder N weiſe nach Norden und S nach Süden; man ziehe WCO ſenkrecht auf NS, ſo wird dieſe Linie Oſten nach O und Weſten nach W zeigen; alsdenn theile man jeden rechten Winkel in zween gleiche Theile. Der Strich CNO wird Nordoſt; CNW, Nordweſt, CSW, Südweſt; CSO, Südoſt genannt. Jeden dieſer acht Winkel theilet man wieder in zween gleiche Theile, z. E. NNW, oder Nord-Nord-Weſt, mitten zwiſchen N und NW; WNW oder Weſt-Nord-Weſt, mitten zwiſchen NW und W, und ſo weiter WSW, SSW, SSO, OSO, ONO, NNO. Zulezt theilet man jeden der 16 Winkel wieder in zween gleiche Theile, durch die Linien, welche bezeichnet werden durch NtW, oder Nord to Weſten; NWtW oder Nord-Weſt to Weſten und ſo weiter NWtN, WtN, WtS, SWtW, SWtS, StW, StO, SOtS, SOtO, OtS, OtN, NOtO, NOtN, NtO, wo die Nahmen der Windſtriche mit den Anfangsbuchſtaben bezeichnet ſind. Man zählet überall alſo 32

Wind-

Windſtriche und zwiſchen jeden zween Strichen liegt ein Winkel von $11\frac{1}{4}$ Graden.

Dieſe Windſtriche werden beſonders von den Seefahrern gebraucht, welche auſſerdem einen Weiſer haben, ihren Lauf zu ſteuern und ſehen zu können, wohin das Schiff gehet. Man muß ſich vorſtellen, daß an einem gegebenen Orte Ebenen durch alle Windſtriche gehen und durch den Mittelpunct der Erde gerichtet ſind. Die Durchſchnitte dieſer Ebenen und der Oberfläche der Erde geben groſſe Kreiſe, von deren jeden man ſagt, daß er in dem zu ihm gehörigen Windſtrich liege, wie ſie oben benannt worden ſind. Z. E. von einem groſſen Kreiſe, der durch CNNO gehet, heißt es, er liege in Nord-Nord-Oſt; und von den in dem groſſen Kreiſe belegenen Orten, daß ſie in eben den Windſtrich liegen. Die grade gegen einander über liegende Windſtriche ſind allezeit in einer graden Linie, als: NNO und SSW, daher liegen ſie in einerley Ebene, und der groſſe Kreis, welcher ihnen zugehöret, iſt halb in NNO und SSW. Wenn dieſe groſſen Kreiſe auf der Erdkugel von einem gewiſſen Puncte gezeichnet werden, und keiner derſelben gehet durch einen gegebenen Ort, ſo beſchreibet man die Lage eines ſolchen Orts, wenn man angiebt, wie und zwiſchen welchen Windſtrichen ein groſſer Kreis gezeichnet werden müſſe, der von oben genannten Puncte nach den gegebenen Ort gehet.

Solche Einrichtungen, wodurch die Lage der Oerter gegen einander in gewiſſen Windſtrichen angezeiget werden, ſind zu umſtändlichen Riſſen von kleinen Landſchaften oder Gegenden unentbehrlich. Man muß ſie gebrauchen, wenn man einen bequemen Weg oder Gemeinſchaft zwiſchen zween Orten errichten will. Man gebraucht ſie auch Landwege grade zu machen, die durch einen Umweg gehen. Durch den Gebrauch der Windſtriche kann man den kürzeſten Weg von einem Orte zum andern finden, ungeachtet man das Object nicht ſehen kann, wohin man will, wenn man nur

nur weiß, in welchem Windſtrich es liegt. Das Inſtrument, deſſen man ſich dazu bedienen muß, heiſſet See-Compaß und wird von allen Schiffern gebraucht, die ohne Landkennung ſegeln. Wir können hier die Bemerkung nicht unberührt laſſen, daß die Ebenen der groſſen Kreiſe, die durch die Richtungen der Windſtriche auf einen Ort gezogen ſind, alle einander in einem und eben demſelben Durchmeſſer ſchneiden. Dieſer Durchmeſſer liegt in des Orts Verticallinie (§. 1.), denn der Durchmeſſer iſt eben ſo wohl als die Lothlinie ſenkrecht auf die Oberfläche der Kugel.

Drittes Capitel.

Von der wahren Figur der Erde.

§. 14.

Daß die Figur der Erde rund ſey, erhellet deutlich aus dem erſten Capitel. Wir müſſen aber nun genauer unterſuchen, ob die Erde als eine vollkommene Kugel angeſehen werden müſſe? Dieſe Materie kann durch die Mondfinſterniſſe, worin ſich der Erdſchatten allezeit rund zeiget, nicht erläutert werden. Die Erde kann kugelförmig, aber ſphäroidiſch, das iſt, ablang oder zuſammengedruckt ſeyn. Wenn dieſe Figur der ſphäriſchen nahe kommt, ſo können unſre Beobachtungen den Unterſcheid des Schattens von einem Circulbogen nicht entdecken, daher müſſen wir dieſe Wahrheit durch andre Theorien aufzuklären ſuchen. So viel bekannt iſt, ſind deren nur drey, die hiezu dienen können, nämlich: 1. Die Meſſung der Grade auf der Erdoberfläche. 2. Die Zeiten der Pendulſchwünge. 3. Das Geſetz der Schwere in den Cörpern. Wir wollen von der Gradmeſſung anfangen, wobey folgendes zu bemerken iſt.

Es ſey der Kreis ABD (Fig. 7) ein Meridian auf der Erde; wenn nun der Bogen Aa eben ſo lang iſt, als der Bogen Bb, ſo muß auch Aa ſo viel Grade enthalten als Bb; und umgekehrt, wenn die Bogen Aa und Bb gleich viele Grade enthalten, ſo müſſen ſie auch gleich groß ſeyn. Wenn daher in dem Meridian in A ein Grad Aa, und in B auch ein Grad Bb gemeſſen wird, ſo muß man ſie allezeit gleich lang finden. Aber ſo iſt es auf der Erdkugel nicht, ſondern man hat gefunden, daß die Länge der Grade an dem Pole am gröſten, und an dem Aequator am kleinſten ſind. Die Grade, welche weiter vom Aequator weg liegen, ſind gröſſer gefunden, als die, welche ihm näher liegen. Alſo hat man ſchlieſſen können, daß die Gröſſe der Grade von den Polen nach den Aequator in einem jeden Meridian abnehme. Dies kommt nun einem Kreiſe nicht zu, und daraus erhellet, daß die Meridiane der Erde keine Kreiſe ſind.

Es ſey PABE (Fig. 8) ein Viertheil eines Meridians auf der Erde, Aa ein nahe an den Polen abgemeſſener Grad, Bb ein ſolcher Grad nahe am Aequator, und Aa ſey gröſſer gefunden als Bb, wie die Erfahrung zeuget; nun kann man die kleinen Bogen Aa, Bb als Circulbogen anſehen, und die Verticallinien durch A und a, imgleichen durch B und b können als ihre Halbmeſſer betrachtet werden, indem ſie in dieſen Puncten ſenkrecht auf die Bogen ſtehen. §. 1. Die Verticallinien durch A und a mögen nun einander in D ſchneiden, und die Verticallinien durch B und b einander in d, ſo iſt D der Mittelpunct für den Bogen Aa, und d iſt der Mittelpunct für den Bogen Bb. Die Winkel ADa, Bdb halten jeder einen Grad, wie die gemeſſene Bogen Aa, Bb; daher ſind die Sectors ADa, Bdb, ähnlich, und es verhält ſich Aa zu Bb, wie AD zu Bd; aber es iſt Aa gröſſer als Bb, alſo iſt auch AD gröſſer als Bd, oder der Bogen Aa iſt weniger gekrümmt als der Bogen Bb. Daher pflegen die Aſtronomen und Erdbeſchreiber zu ſagen, die Figur

der Erde ſey platt oder zuſammengedruckt an den Polen, aber erhöhet an dem Aequator, um eine ſtärkere Krümmung erhalten zu können. Man kann ſich eine weiche Kugel vorſtellen, welche an den Enden eines Durchmeſſers, das iſt, an den Polen zuſammengedruckt wird, und ſich mitten zwiſchen dieſen Puncten oder bey dem Aequator in die Höhe giebt, ſo hat man einen netten Begrif von der rechten Figur der Erde.

Dieſe Eigenſchaft der Erde, daß ſie an den Polen platt und am Aequator erhöhet iſt; ſchickt ſich für eine **Ellipſoid** oder eine ſolche Art Sphäroid, welche durch eine Ellipſe entſtehet (a), die ſich um ihre kleine Axe drehet. Wenn nämlich PEpe (Fig. 9) eine Ellipſe iſt, worin Pp die kleine und Ee die groſſe Axe iſt, und die Ellipſe drehet ſich um Pp, ſo entſtehet eine Sphäroide, welche um P und p flacher iſt, als in dem Umkreiſe bey Ee oder im Aequator. Die meiſten Mathematiker haben geglaubt, daß die Erde eine ſolche Figur habe, aber es würde unmöglich ſeyn, ſolches durch Meſſungen zu beweiſen. Die Uebereinſtimmung derſelben mit dieſer Figur kann durch viele Urſachen verhindert werden. **Bouguer** ſchlug eine andre Figur vor, nachdem er drey zu gleicher Zeit in Peru, Frankreich, und Weſterbotnien angeſtellte Gradmeſſungen verglichen hatte: aber ſeine Gedanken ſind unſicher. Der Schlußſatz davon iſt gewiß, daß **die Erdaxe kleiner iſt, als des Aequators Durchmeſſer.**

§. 15.

Der andre Grund, welcher die Abflachung der Erde an den Polen

(a) Wenn über den Durchmeſſer Pp ein Kreis beſchrieben wird, und in dem Mittelpuncte C, BCb ſenkrecht auf Pp ſtehet, und DF parallel mit CB iſt; wenn nun CB, DF nach E, G, verlängert werden, ſo daß BE zu BC ſich wie FG zu DF verhält, und man verfähret mit allen mit BC parallel gezogenen Linien auf ſolche Art, ſo heiſſet die Linie PGEp, welche dadurch entſtehet, eine Ellipſe. Pp heiſſet die kleinere und ECe die gröſſere Axe. Wenn das Punct E′ zwiſchen C und B, und folglich G′ zwiſchen D und F genommen würde; ſo würde E′e′ die kleinere und Pp die gröſſere Axe.

Polen beweiſen wird, iſt von den Verſuchen mit den Penduln hergenommen.

Als noch kein Zweifel darüber entſtanden war, ob die Figur der Erde von der ſphäriſchen unterſchieden ſey, kam im Jahr 1671 in der franzöſiſchen Akademie der Wiſſenſchaften die Frage vor: Ob die Pendul, welche in einer Zeitſecunde eine Schwingung verrichten, über die ganze Erde gleich lang ſind? Man wuſte daß die Erde ſich um eine Axe drehet. Man fiel auf den Gedanken, daß die Schwere der Pendulkugeln ſich vielleicht ändern könnte und ſich darnach die Länge der Penduln richten müſte. Es ward Richern aufgetragen, dieſe Sache zu unterſuchen, wenn er nach Cayenne käme, welches eine nordliche Breite von 4° 56′ hat, oder nicht weiter vom Aequator liegt, als daß daſelbſt ein Unterſcheid von der Pariſer Secundenpenduls Länge, wo es möglich iſt, gefunden werden müſte. Die Urſache davon war dieſe: Wenn man die ſphäriſche Figur der Erde annimmt, ſo ſcheint es natürlich zu ſeyn, daß die Schwere überall gleich iſt, oder daß die Schwere auf allen Seiten mit gleicher Kraft würke; aber dann müſte die Erde ſich nicht um eine Axe drehen. So bald ſich aber die Erde umdrehet, muß ſich auch die Würkung der Schwere verändern.

Wenn man einen Stein in eine Schleuder legt und mit der Hand herumſchwingt, ſo würkt der Stein auf die Hand, daß man die Kraft davon empfindet. Wenn man mehrere Cörper an einer Schnur befeſtigt und das eine Ende derſelben auf einer Ebene in einem gewiſſen Punct befeſtiget, und nun die Ebene um daſſelbe drehet, ſo wird die Schnur geſpannt, und zerreiſſet, wenn die Cörper ſehr ſchwer ſind, oder wenn die Umdrehung ſehr geſchwinde geſchiehet. Wenn man die Cörper auf einen runden Tiſch leget, der einen Fuß im Mittelpunct hat, und man drehet den Tiſch um ſeinen Fuß, ſo bewegen ſich die Cörper von dem Tiſche weg. Wenn eine hole Röhre in einem Puncte quer durch-

bohrt iſt, und man ſetzt in ſolches Punct eine Axe, um die Röhre um dieſelbe zu ſchwingen; legt man nun allerhand Cörper in die Röhre und fängt an ſie um die Axe zu ſchwingen, ſo werden die Cörper ſich ſämmtlich von der Axe weg nach den Enden der Röhre bewegen und, wenn ſie offen ſind, heraus fallen. Wenn die Röhre an ihren Enden verſchloſſen iſt und man hat flüßige Materien von ungleicher Schwere darin, ſo wird die ſchwereſte unter ihnen ſich zu äuſſerſt hin drängen, und die übrigen werden ſich nach ihrer Schwere in Ordnung ſtellen. Alle dieſe Verſuche zeigen, daß es bey der Kreisbewegung eine Kraft giebt, deren Würkung ſich von dem Mittelpunct der Bewegung weg erſtrecket, und welche daher **Centrifugalkraft** genannt wird. Eine ſolche Kraft muß es auch auf der Erdkugel geben, wenn ſie ſich um ihre Axe drehet.

Die Centrifugalkraft würket in der Kreisbewegung vom Mittelpuncte weg. Je geſchwinder die Bewegung iſt, deſto gröſſer wird die Centrifugalkraft. Eine gröſſere Geſchwindigkeit rühret entweder her von gröſſerer Geſchwindigkeit und kürzern Zeit der Umdrehung oder von einem weitern Abſtande vom Mittelpuncte, wenn die Umdrehungszeiten gleich ſind. Alle Theile auf der Erdkugel drehen ſich in gleicher Zeit um die Axe, daher richten ſich die Centrifugalkräfte auf Erden nach dem Abſtande der Cörper von der Axe. Um dieſe Materie näher zu entwickeln, ſeyn (Fig. 10) ABE, abe zween Parallele auf der Erdkugel, deren Mittelpuncte in der Axe ſind, und nun durch C vorgeſtellet werden können, als wenn die Parallele auf einander lägen. Man ziehe CaA, die Tangenten AD, ad und die Linie CbD, welche die Tangenten in d und D trift. Man laſſe in A und a Cörper befeſtiget ſeyn, und die Kreiſe ſich gleichförmig um C drehen, ſo müſſen A und a zu gleicher Zeit in B und b ankommen. Daher iſt die Geſchwindigkeit des Cörpers A zur Geſchwindigkeit des Cörpers a wie AB zu ab oder wie CA zu Ca. Aber die

Bewe-

Bewegungen von A nach B und von a nach b ſind gleichförmig geweſen, alſo müſſen die Cörper ihre Bewegung mit eben den Geſchwindigkeiten angefangen haben, welche ſie bey ihren Bewegungen in AB und ab gehabt haben. Weiter; im Anfange der Bewegungen verhielte ſich die Geſchwindigkeit in A zu der Geſchwindigkeit in a wie CA zu Ca; wenn alſo die Cörper in A und a dieſe Geſchwindigkeiten erhalten hätten, würden ſie nach den Tangenten AD und ad fortgegangen ſeyn, wenn ſie nicht befeſtiget oder in ihren Kreiſen zurück gehalten waren.

Dies Vermögen gehöret zu den Geſetzen der Bewegung der Cörper und iſt grade dasjenige, welches die Würkung der Centrifugalkräfte vom Mittelpuncte zuwege bringt. Denn wenn die Cörper ſich nach D und d hätten bewegen ſollen, ſo wären ſie weiter von C weggekommen und zwar um BD, bd, wenn ſie nach CbB gelanget wären. Aber wenn CD näher nach CA liegt oder mit CA zuſammen fällt, ſo zeigen BD, bd, die Richtungen und ganze Würkung der Centrifugalkräfte (b), auſſerdem iſt BD zu bd wie CA zu Ca (Euclid. B. 6. S. 2.), daher ſind die Centrifugalkräfte in A und a in dem Verhältniſſe wie CA zu Ca, ſie ſind ſenkrecht auf die Tangenten und würken aus dem Mittelpuncte C.

Wenn alſo (Fig. 11) PEpe die Erdkugel iſt, welche ſich um die Axe Pp drehet, wenn ECe die Ebene des Aequators und FDf die Ebene eines Parallels iſt, ſo muß die Centrifugalkraft in E ſich zu derjenigen in F verhalten wie CE zu DF und die Würkungen dieſer Kräfte gehen von E nach G und von F nach H. Wenn EG die Centrifugalkraft in E vorſtellet und CE:DF = EG:FH (c) iſt, ſo beſtimmet FH die Centrifugalkraft in F. Man ziehe CFM und HM ſenkrecht auf CM, ſo beſtimmet FM die Würkung der Centrifugalkraft in F

E 3 gegen

(b) Wenn CD ganz nahe an CA liegt, ſo iſt BD parallel mit CA.
(c) Wenn CE ſich zu DF verhält, wie EG zu FH, ſo bezeichnet man dies ſolchergeſtalt CE : DF = EG : FH.

gegen die Schwere, deren Richtung von F nach C gehet (nach den mechaniſchen Grundſätzen von Auflöſung der Kräfte). Nun iſt CE:DF = EG:FH und CF:DF = FH:FM (Eucl. B. 6. S. 4.). Daher iſt

CE.CF:DF² (d) = CE²:DF² = EG:FM (e);

aber EG und FM bedeuten der Centrifugalkräfte Würkungen gegen die Schwere in E und F, alſo verhält ſich die Verminderung der Schwere auf einer um die Axe gedreheten Kugel, wie die Quadrate der Halbmeſſer der Parallele.

Hieraus iſt augenſcheinlich, daß die Schwere von den Polen nach dem Aequator zu abnehme, wenn die Erde kugelförmig iſt und ſich um die Axe drehet; gleichergeſtalt wenn die Erde ſphäriſch iſt, und die Schwere nimmt auf derſelben von den Polen gegen den Aequator zu ab, ſo iſt unläugbar, daß ſie ſich um die Axe drehet. Wenn wir daher die Erde für kugelförmig halten und ihre Umdrehung um die Axe annehmen, ſo werden die Verſuche, welche das Verhalten der Schwere in ungleichen Breiten angeben, die Richtigkeit oder Unſicherheit dieſes Satzes zeigen.

Dies war die wichtige Wahrheit, welche Richer zu Cayenne unterſuchen ſollte. Der Verſuch ward mit dem Pendul angeſtellet; denn kein anderes Inſtrument kann die Veränderung der Schwere ſo genau zeigen, als hier erforderlich iſt. Man weiß, daß ſich eine Pendulkugel durch die Kraft der Schwere ſchwinget, eben ſo wie ein Cörper durch die Schwere niederfällt, wenn er nicht unterſtützt wird. Wenn die Schwere zunimmt, ſo fällt der Cörper geſchwinder und die Schwingung des Penduls geſchiehet in kürzerer Zeit: Umgekehrt iſt es, wenn die Schwere abnimmt. Richer beobachtete, daß ſeine Uhr zu Cajenne lang-ſamer

(d) CE.CF bedeutet ein Rectangel, deſſen Seiten CE und CF ſind, welches einerley iſt mit dem Quadrat, deſſen Seite CE iſt, weil CE = CF iſt. Das Quadrat von CE bezeichnet man mit CE² und DF² bedeutet ein Quadrat, deſſen Seite DF iſt.

(e) Euclid. B. 6. S. 23.

ſamer gieng als zu Paris, und bey ſeiner Heimkunft fand er, daß ſie zu Paris geſchwinder gieng als zu Cajenne. Dieſer doppelte Verſuch bewies, daß die Schwere der Pendulkugel zu Cajenne geringer geweſen als zu Paris, oder das die Schwere vom Pole gegen den Aequator zu abnehme. Es giebt alſo auf der Erde Centrifugalkräfte, und dieſe überzeugen uns von der Umdrehung der Erde um die Axe. Nach Richers Zeit ſind hierüber vielfältige Verſuche angeſtellet worden, und dieſe bezeugen daſſelbe.

Newton und Huygens begnügten ſich nicht mit dieſem Schlußſatze, als ſie von Richers Verſuch Nachricht erhielten. Sie bewieſen daraus, daß die Erde bey dem Aequator erhöhet ſey, oder daß der Durchmeſſer des Aequators gröſſer ſey, als die Erdaxe. Ihr Grund war folgender: Wenn PEpe (Fig. 11.) die Erde vorſtellet und PCE iſt eine mit Waſſer angefüllte Röhre, CP = CE; ſo iſt das Waſſer im Gleichgewicht, wenn die Erde ſich nicht umdrehet: Aber wenn die Erde anfängt ſich um Pp zu drehen, ſo wird die Centrifugalkraft die Schwere des Waſſers in CE verringern, und das Waſſer in PC erhält das Uebergewicht; dadurch muß das Waſſer in CE gegen G zu gedruckt werden, ſo daß PC kürzer und CE verlängert wird, oder man muß die Röhre bis G verlängern, und mehr Waſſer hinein gieſſen, damit das Gleichgewicht erhalten werden möge. Auf gleiche Art muß man für jede Röhre PDF in einer Kugel ſchlieſſen, die im Gleichgewicht iſt, ehe die Röhre ſich umzudrehen anfängt. Wenn nämlich nach dem Anfange der Umdrehung das Gleichgewicht erhalten werden ſoll, ſo muß die Sphäre in den Parallelen mehr und mehr bis zum Aequator erhöhet werden. Kurz, in dem Pendulverſuch haben wir einen Beweis, daß die Erde ſich um die Axe drehet, und daß die Figur der Erde an dem Aequator erhöhet ſeyn muß, um das Waſſer auf der Erdkugel im Gleichgewicht zu erhalten: das iſt, daß die Axe der Erde kleiner iſt, als der Durchmeſſer des Aequators.

§. 16.

§. 16.

Wir kommen nun zu dem dritten Grund, welcher von der Theorie von dem Geſetze der Schwere hergenommen worden, und werden daraus zu beſtimmen ſuchen, was denn die Erde eigentlich für eine Figur habe.

Dieſes Geſetz lehret, daß ſich alle Cörper einander anziehen, ſo daß die Sonne alle Planeten und dieſe die Sonne anziehen; daß Mond und Erde einander an ſich ziehen; daß alle Theile der Erde, bis auf die kleinſten Theilchen, dieſelbe Kraft auf einander ausüben; daß alſo auf und in der Erde kein einziger Theil an ſeinem Orte ſtill liegen kann, wenn die anziehende Kraft nicht an allen Seiten im Gleichgewicht iſt. Aber die Erfahrung lehret, daß die Theile der Erde nicht unter einander in Bewegung ſind, daher müſſen die anziehenden Kräfte im Gleichgewicht ſeyn. Nun frägt es ſich, was für eine Figur wird für ein ſolches Gleichgewicht dienlich ſeyn?

Newton hat bewieſen, daß nach den Geſetzen der Schwere die Erde eine Kugel ſeyn müſſe, wenn ſie gleichartig iſt und ſich nicht umdrehet (f). Aber dies thut der Sache kein Genüge, denn die Erde drehet ſich um ihre Axe, wie die ſcheinbare Umdrehung der himmliſchen Sphäre bezeuget, und aus der Verminderung der Schwere von den Polen nach dem Aequator geſchloſſen werden kann. Von welcher Beſchaffenheit iſt denn nun die Figur der Erde?

Newton muthmaſſete, daß die Erde eine Ellipſoide ſey, welche ſich um ihre kleinere Axe drehet. Dieſe Muthmaſſung iſt eine Wahrheit, aber Newton führte dafür keine gültige Beweiſe an. Seine Nachfolger nämlich Maclaurin, Clairaut, Simpſon und andere haben dieſe Lücke ausgefüllt, wie man in meiner Diſputation vom Jahr 1752 De Sphæroide fluida rotante circa axem ſehen kann. Es würde viel zu weitläuftig werden,

(f) Princ. Phil. N. L. I. Pr. 7c.

werden, dies hier gründlich auszuführen, wir müſſen uns genügen einige Grundſätze zu entdecken, und dadurch daſſelbe aufzuklären.

Die Erfahrung zeiget, daß ein Waſſertropfen eine ſphäriſche Figur annimmt, beſonders in freyer Luft; eben das thut das Queckſilber und die Tropfen anderer flüßiger Cörper, welche klein genug ſind, daß die anziehende Kraft der Theilchen gegen einander nicht durch äuſſere Kräfte geſtöhret wird. Aus dieſen Exempeln kann man ſchlieſſen, daß ſich die Erde nach den Geſetzen der Schwere zu einer Kugel bilden müſſe, wenn ſie gleichartig und flüßig iſt, und keine fremde Kraft auf ihre Theile würkt. Dies kommt mit demjenigen überein, was Newton von der ſphäriſchen Figur lehret, daß ſie geſchickt ſey, das Gleichgewicht der Theile zu erhalten, ſo lange die Erde ſich nicht umdrehet.

Wenn man ſich nun vorſtellet PEpe ſey dieſe flüßige Kugel, und daß ſie in Eis verwandelt werde, einen beſondern Canal, welchen man will, ausgenommen, ſo kann man ſich leicht die Würkung der Centrifugalkräfte vorſtellen, ſo bald die Sphäre anfängt umzulaufen. Zum Ex. wenn PC und CE nur flüßig ſind, ſo ſind ſie gleich groß und im Gleichgewicht, vor der Umdrehung der Kugel; aber nachdem die Erde ihre Umdrehung angefangen, muß CE verlängert werden oder gröſſer als PC werden. Eben ſo, wenn man ſich vorſtellet, daß die Röhre PDF alleine flüßig ſey (vergl. §. 15.) Es ſey nun CE bis G verlängert, ſo daß PC und CG im Gleichgewicht ſind, ſo iſt die Frage, wie viel oder in welcher Proportion die Länge DF vergröſſert werden müſſe, ihr Gleichgewicht gegen PD zu erhalten, ſo wie in der ruhenden Kugel? Hierauf iſt die Antwort: Wenn $EG:FH = CE:DF$, ſo iſt die Sphäroide im Gleichgewicht. Denn aus dem Geſetz der Schwere wiſſen wir, daß der Druck der Theilchen in den Röhren CE, DF ſich wie ihr Abſtand von C und F verhalten, und eben ſo verhalten ſich die Centrifu-

galkräfte (§. 15). Daher muß in jeder Säule, die Menge der Materien, welche das Gleichgewicht wieder herſtellen ſoll, in eben dem Verhältniſſe ſeyn oder die Verlängerung der Röhren muß ihren längen proportional ſeyn, das iſt EG:CE=FH:DF und durch Verwechſelung der Glieder EG:FH=CE:DF. Dies iſt eine Eigenſchaft der Ellipſe; daher iſt klar, daß die **Figur der Erde ellipſoidiſch ſeyn muß.**

Bisher haben wir die Erde für gleichartig oder durch und durch gleich dicht gehalten; aber wenn eine gröſſere Ellipſe im Gleichgewicht ſeyn kann, ſo kann es eine kleinere ebenfals ſeyn; daher bleibet auch die Schichte, welche den Unterſcheid zwiſchen beyden ausmacht, im Gleichgewicht. Daher ſcheinet es, daß dergleichen elliptiſche Schichten, die im Gleichgewicht ſind, ungleiche Dichtigkeiten haben können, und daß die Erde aus vielen elliptiſchen Schichten von ungleicher Dichtigkeit zuſammengeſetzt ſeyn könne.

Ob nun die innere Beſchaffenheit der Erde gleichartig iſt, oder in verſchiedenen Schichten ungleich dicht, ſolches iſt noch nicht unterſucht. Wenn man aus dem äuſſern Anſehen ſchlieſſen will, ſo wird man durch die vielfältige Ungleichheit, die ſich uns darſtellet, ganz irre. Aber es iſt nicht erlaubt hieraus die innere Beſchaffenheit der Erde zu beurtheilen, denn unſre Unterſuchungen reichen nicht tief. Die Naturforſcher haben vielfältige Lagen und Betten entdeckt, die nahe an der Erdoberfläche liegen, wovon jede aus beſonderer Materie beſtehet. Sollte auch ſolches nicht in dem innerſten der Erde ſtat haben können? Sollten ſich die Betten nicht weiter daſelbſt erſtrecken müſſen? Sollte ſich die Erde näher nach dem Mittelpunct zu nicht natürlicher Weiſe ordentlicher geſetzt haben? Alles dieſes müſſen wir der Nachwelt zu erforſchen überlaſſen. Eine einzige Muthmaſſung dürfen wir nicht fürbey gehen: Wenn man nämlich die Materie der Erde wenigſtens im Anfange weich annimmt, ſo iſt es natürlich, daß die

die Schwere dieſelbe an ſolchen Orten mehr zuſammen zu drücken vermag, wo ſie am ſtärkſten würket. Aber die Schwere iſt am ſtärkſten oder am gröſten an der Oberfläche einer Sphäroide (Newton. Princ. Ph. N. Pr. 91), daher hat es geſchehen können, daß die Erde an der Oberfläche am dichteſten geworden, und daß ihre Schichten näher am Mittelpuncte aus Materien von geringerer Dichtigkeit beſtehen. Man wird aus verſchiedenen Ungleichheiten bey den Pendulverſuchen darin beſtärkt, daß dieſer Grundſatz ſtat findet, wenn man ſie nach den allgemeinen Gedanken von der durchgängigen Gleichartigkeit und Dichtigkeit der Erde vergleichet.

Die vielen Beweiſe von der Allgemeinheit des Geſetzes der Schwere laſſen uns nicht an der Herrſchaft deſſelben über die ganze Erdkugel zweifeln. Dieſe beſtimmet dieſe ſphäriſche Figur der Erde, wenn ſie ſich nicht um eine Axe drehet und die Ellipſoidiſche, wenn eine ſolche Umdrehung ſtat findet. Was wird nun der Schluß ſeyn, da die Meſſungen uns lehren, daß die Erde an dem Aequator erhöhet iſt? Iſt es nicht der Umlauf der Erde, welcher verurſacht, daß der Durchmeſſer des Aequators gröſſer iſt als die Axe? Aber dann muß die Erde eine Ellipſoide ſeyn, wenn ihre Theile ihr Gleichgewicht behalten ſollen; dies iſt alſo die wahre Figur der Erde. Eine ſolche Figur, wie wir ſie nun der Erde beylegen müſſen, finden wir auch beſonders an dem Planeten Jupiter, der ſich nach aſtronomiſchen Unterſuchungen in einer Zeit von etwa 9 Stunden um ſeine Axe drehet. Jupiters geſchwinder Umlauf iſt ohne Zweifel die Urſache, daß er weit mehr abgeplattet iſt als die Erde. Hierin haben wir auch auſſerhalb der Erde einen Beweis, wodurch die gegenſeitige Würkung der Schwere und Centrifugalkraft gegen einander bekräftiget wird. Die Sonne ſelbſt zeiget uns ihre Umdrehung um die Axe, wir

können alſo an der Umdrehung der Erde nicht zweifeln, und dann müſſen wir zugleich ihre ſphäroidiſche, oder richtiger zu ſagen, ihre ellipſoidiſche Figur annehmen.

Viertes Capitel.
Von der Gröſſe der Erde.

§. 17.

Es iſt eine wichtige Frage: Wie groß iſt die Erde? und man kann ſie nicht beantworten, ehe die Figur der Erde bekannt iſt. Man glaubte lange, daß die Erde eine Kugel ſey, und da kam die ganze Kunſt darauf an, den Halbmeſſer der Erde zu finden; denn vermittelſt des Halbmeſſers findet man die Gröſſe eines jeden Meridians ſowohl als eines jeden beliebigen Parallels, ja auch die Gröſſe der ganzen Erdoberfläche. Es verhält ſich nämlich der Durchmeſſer zum Umkreiſe wie 113 zu 355; die Kreisfläche zum Quadrat des Durchmeſſers wie 355 zu 452, und die Oberfläche der Kugel zum Quadrat des Durchmeſſers wie 355 zu 113.

Aus dem gegebenen Verhältniß des Durchmeſſers zum Kreiſe, wie 113 zu 355, kann man ebenfals die Gröſſe der Parallele beſtimmen, wenn ihre Halbmeſſer gegeben ſind, und dieſe werden gefunden, wenn der Abſtand der Parallele vom Aequator bekannt iſt; denn es iſt $CF^2 = CD^2 + DF^2$ (Fig. 11) und alſo $DF^2 = CF^2 - CD^2$ (a). Daher wenn das Quadrat von CD vom Quadrat von CF oder dem Halbmeſſer der Kugel abgezo-

(a) (+) bedeutet die Addition, (—) die Subtraction.

gezogen wird, welche beyde Seiten gegeben ſind, ſo hat man das Quadrat von DF; wodurch man DF ſelbſt finden kann.

Um nun die Gröſſe der Erde zu finden, wenn ſie als eine Kugel angeſehen wird, muß man folgendermaſſen verfahren: Es ſey ABDE (Fig. 12) die Ebene eines groſſen Kreiſes der Erdkugel, deſſen Mittelpunct einerley iſt mit dem Mittelpuncte der Erde; ſo muß man einen Bogen AB mit einem bekannten Maſſe abmeſſen und den Winkel ACB in Graden finden, ſo wird die ganze Peripherie bekannt werden. Der Bogen AB wird gemeſſen entweder ſo, daß man würklich von A nach B miſſet, oder man wählet ſich Standpuncte A, D, G, K, (Fig. 13) ſo nahe an AB, als geſchehen kann, miſſet AD, DG, GK, ziehet DH, Gb parallel mit AB, und Dd, Gg, KB, ſenkrecht auf AB und beſtimmet die Winkel DAd, GDH, KGb; denn in jedem Dreyecke ADd, das bey d rechtwinklicht iſt, und deren Seite AD und Winkel DAd gegeben ſind, wird durch die Trigonometrie die Seite AD gefunden; Eben ſo findet man DH oder dg und Gb oder gB, wodurch ganz AB bekannt wird. Wenn man AD, DG, GK nicht würklich meſſen kann, ſondern nur eine andre Linie AC, ſo muß man mehr Standpuncte E und F erwählen, ſo daß man eine Verbindung von Dreyecken ACD, CDE, DEF, DFG, FGK erhält, alsdenn beſtimmt man alle Winkel in dieſen Dreyecken, ſo kann man nach der Geometrie vermittelſt der einzigen Seite AC zuerſt AD und DC finden, dann vermittelſt CD die Seiten CE, ED und ſo weiter, ſo weit man will, oder die Verbindung der Dreyecke reichet. Nachher ſuchet man AB auf die Art, wie eben geſagt iſt. Die Ebenen dieſer Dreyecke müſſen alle horizontal ſeyn, und wenn das nicht wäre, ſo müſſen alle Abſtände in horizontalen Linien vermittelſt ihrer ſcheinbaren Höhen beſtimmt werden. Z. E. wenn AC nach ſeiner Länge (Fig. 14) gegeben iſt, aber ſie macht mit der Horizontallinie

AL, die in demſelben Windſtrich liegt, den Winkel CAL, ſo kann man CL ſenkrecht auf AL vorſtellen und vermittelſt der Höhe CAL die Länge AL nach der Trigonometrie beſtimmen, oder vermittelſt AC und CL, ſo wie oben von den Halbmeſſern der Parallele der Kugel gelehrt worden.

Solchergeſtalt kann allezeit durch Meſſung und darauf gegründete Rechnung die Länge eines Bogen AB gefunden werden. Der Winkel ACB aber (Fig. 12) wird 1) gefunden, wenn B in A und umgekehrt geſehen wird. Denn wenn die grade Linie AB gezogen wird, ſo wird der Winkel ABC durch die Verticallinie und durch BA ſelbſt, deren Richtung bekannt iſt, gegeben. Auf gleiche Art wird der Winkel B A C beſtimmt und daraus A B C = 180° — ABC — BAC. Aber dieſe Art, den Winkel A C B zu finden, iſt wegen der unordentlichen Strahlenbrechung nahe an der Erde, wovon in der Folge gehandelt werden wird, nicht ſicher. Es iſt daher beſſer dieſen Winkel 2) durch Beobachtungen am Himmel zu finden. Es ſey (Fig. 15) AB der gemeſſene Bogen, ſo iſt die nach a verlängerte Linie AC die Verticallinie in A, und auf gleiche Art iſt Bb, die nach b verlängerte Linie CB die Verticallinie in B. Wenn nun ein Stern in der Ebene A C B erſcheinet und mit der Verticallinie in A den Winkel DAa, mit der Verticallinie in B aber den Winkel D B b macht, ſo muß DA mit DB parallel ſeyn, wegen der unermeßlichen Entfernung eines jeden Sterns von der Erde, und wenn DA verlängert wird, bis ſie BC in E trift, ſo iſt AEB = ACE + EAC (Ecl. B.1.S.32), aber es iſt AEB = DBb und EAC = DAa, daher wird D B b = ACE + DAa und ACE = ACB = DBb — DAa. Solchergeſtalt wird der Winkel A C B aus den Winkeln DBb und DAa gefunden. Auf gleiche Art iſt ACB = DBb + DAa, wenn DA die Linie BC unter C erreichte.

Man ſiehet alſo, wenn der Winkel A C B beſtimmt werden ſoll, daß nur nöthig iſt, die Winkel DAa und DBb in der Ebene

kel ACB zumeſſen. Zu dem Ende pflegen die Puncte A, B (Fig. 13) gerne ſo gewaͤhlet werden, daß ſie in einerley Meridian liegen, und die Hoͤhen der Sterne im Meridian beobachtet werden. Wenn es aber nicht thunlich waͤre in dem Punct B zu beobachten, ſo kan es in K geſchehen, welches mit B in einerley Parallel liegt; maſſen KB ſenkrecht auf AB iſt und mit dem Parallel in B zuſammenfaͤlt; denn im folgenden ſoll gezeiget werden, daß ein Stern in allen Meridianen eines gegebenen Parallels der Erdkugel einerley Hoͤhe habe. Andre Methoden auſſer der jezt erklaͤrten, den Winkel A C B zu finden, fuͤhren nicht gleiche Gewisheit mit ſich, man hat daher die zuverlaͤßigſte vorſtellen und die uͤbrigen vorbey gehen wollen.

§. 18.

Nachdem wir gezeiget haben, wie die Groͤſſe der Erde geſucht werden muͤſſe, wenn ſie fuͤr eine Kugel angeſehen wird, ſo erfodert es die Ordnung zu zeigen, wie denn in ſolcher Ruͤckſicht die Erde nach den bekannten Meſſungen gefunden wird. Man hat hierauf ſchon in den aͤlteſten Zeiten gearbeitet. Ungefaͤhr 547 Jahr vor Chriſti Geburt ſoll Anaximander, welcher die Erdkugeln erfand (a) und Charten von der Erde zeichnete (b) den Umkreis der Erde angegeben haben (c), aber es iſt davon nichts mehr bekannt. Archytas, der 408 Jahre vor Chriſti Geburt lebte und das beruͤhmte Problem von Verdoppelung eines Wuͤrfels aufloͤſete, (d) wird vom Horaz (e) als derjenige angefuͤhret, welcher die ganze Erde gemeſſen, aber das Maaß und die Groͤſſe iſt nicht angegeben.

Das aͤlteſte Maaß vom Umkreiſe der Erde, welches ausdruͤcklich angefuͤhret wird, iſt von 400000 Stadien, welches Ariſtoteles (f), der 380 Jahre vor Chriſti Geburt oder zu Alexan-

(a) Plin. Hiſt. N. Lib. 7. Cap. 56. (b) Strabo Lib. I. p. 7. Lutet. 1620.
(c) Dion. Laert. in Anaximanders Leben. (d) Eutocius.
(e) Lib. I. Od, 28. (f) De cælo Lib. I. Text. 152.

Alexanders Zeit berühmt war, auf die Art anführet, um an Hand zu legen, daß die Erde nicht unendlich groß ſey, wie viele glaubten, ſondern ungefehr von erwähnten Umkreiſe. Vor dem Eratoſthenes, der 400 Jahre vor Chriſti Geburt Bibliothecar zu Alexandrien war, weiß man kein eigentliches Maaß von dem Umkreiſe der Erde, welches durch würkliche Beobachtungen beſtimmt worden. Er glaubte, daß Alexandrien und Syene unter einerley Meridian lägen, und ſchloß vermittelſt der Sonnenzeiger, daß der Bogen zwiſchen ihnen 7° 12′ oder $\frac{1}{50}$ des ganzen Circuls ſey. Ihren Abſtand nahm er nach dem Urtheil der Reiſenden zu 5000 Stadien an, wornach der ganze Umkreis der Erde 250000 Stadien und jeder Grad 694$\frac{4}{9}$ Stadien (ff) ward. Dieſe Gründe des Eratoſthenes bey Abmeſſung der Erde ſind allzu unrichtig, wie ſpätere Beobachtungen gezeiget haben, und daher dieſe angegebene Gröſſe der Erde ſehr fehlerhaft. Inzwiſchen nahm man es in ältern Zeiten nicht ſo genau; man rechnete grade 700 Stadien auf einen Grad und 252000 Stadien auf die ganze Peripherie. Hipparch hat nach dem Strabo daſſelbe Maaß gefunden (g), aber nach dem Plinius die Peripherie der Erde zu 277000 Stadien gerechnet (h), ohne daß man die Urſache zu dieſer Veränderung weiß, falls es beym Plinius kein Schreibfehler iſt, wie einige dafür halten.

Poßidonius theilte 120 Jahr nach dem Eratoſthenes eine andre Rechnung mit, welche auf ein ſehr groſſes Ungefähr beruhete. Nach den Beobachtungen eines Sterns in der ſüdlichen Halbkugel, Canobus, rechnete Poßidonius zwiſchen Rhodus und Alexandrien 7½ Grade, und nahm den Abſtand nach dem Bericht der Seeleute zu 5000 griechiſchen Stadien, nach dem Cleomedes (i), aber nach dem Strabo (k) zu 3750 alexandriniſchen

(ff) Cleomedis Theor. Cycl. Cap. 10.
(g) Strabo L. I. p. 132.
(h) Plin. Hiſt. Nat. L. 2. C. 108. (i) Cleom. Theor. Cycl. cap. ult.
(k) L. 1. p. 25. cfr. L. 2. p. 86 & 125 ſeq.

ſchen Stadien an, welches auch Eratoſthenes gethan. Im erſtern Falle iſt der Umkreis der Erde 240000 griechiſche Stadien, im leztern 180000 alexandriniſche, welches einerley iſt. Dieſe 180000 Stadien geben 500 für jeden Grad, welches bey den Erdbeſchreibern ein ſehr bekanntes Maaß war, dem Poßidonius (l), ein zu ſeiner Zeit ſo berühmter Mann, daß der groſſe Pompejus einen Beſuch bey ihm ablegte, folgte.

Hiebey hatte es mit dem Problem von der Gröſſe der Erde ſein Bewenden bis 800 Jahre nach Chriſti Geburt, da Almamon ein arabiſcher Caliphe ſeine Aſtronomen zween ganze Grade in der Ebene Zinjars abmeſſen ließ (m). Sie theilten ſich in zween Haufen, fingen ihre Meſſung an einer Stelle an, und giengen der eine gegen Norden, der andre gegen Süden und folgten einerley Meridian. Der nordliche Grad ſoll 56$\frac{2}{3}$ arabiſche Meilen gefunden ſeyn, aber der ſüdliche 56 arab. Meilen. Dieſe arabiſche Meilen ſind uns ſo wohl als die griechiſchen Stadien unbekannt, und daher kennen wir auch die Gröſſe der Erde nicht, welche dieſes Maaß giebt. Man will einen der alten Stadien auf 104,13 franzöſiſche Toiſen rechnen, welche 113,929 ſchwediſche Faden machen (n). Hiernach würden 700 Stadien 79650,3 ſchwediſche Faden, aber 500 Stadien 56964,5 ſchw. Fad. ausmachen. Das erſtere iſt für einen Grad auf der Erde zu groß, und das andre zu klein. Albategnius giebt 85 antiochiſche Meilen für einen Grad an. Will man hiernach 85 antioch. Meilen auf 56 oder 56$\frac{2}{3}$ arab. Meilen rechnen, ſo müſte ein Grad ungefähr 41943 ſchw. Faden ausmachen (o), ein gar zu kleines Maaß auf einen

(l) Ptol. Geog. L. 7. C. 5. Cfr. L. 1. C. 7. & 11.

(m) Alfraganus Elem. Aſtron. Cap. 8. Cfr. Abulfedæ Prol. ad Chorogr.

(n) Ein ſchwediſcher Faden verhält ſich zum franzöſiſchen wie 1 zu 1,0941, nach Eckſtröms eigener Angabe und Original-Maaß, wornach alle ſchw. Maßſtabe eingetheilet ſind; aber Stiernhielms Fuß verhält ſich zu Eckſtröms Fuß wie 1,0004 zu 1.

(o) Wiſſenſch. Acad. Handl. 1750.

einen Grad. Aber man darf ſich nicht wundern, daß wir jezt über die arabiſche Meilen ungewiß ſind, da Alhazen (p) der ſelbſt ein Araber war, um das Jahr 1100 ſchreibt, daß ein Grad $66\frac{2}{3}$ Meilen hielte, ſo daß ſchon damals Almamons Meſſung in eine verwirrte Vergeſſenheit gerieth.

§. 19.

Die folgenden Aſtronomen bis zum funfzehnten Jahrhundert ſcheinen es nicht für eine angelegene Sache gehalten zu haben, die Gröſſe der Erde genau zu beſtimmen; vielleicht iſt das ungünſtige Schickſal der Wiſſenſchaften in den nach dem 9ten folgenden Jahrhunderten die Urſache davon geweſen; aber 1550 machte Fernelius einen neuen Verſuch, die Gröſſe der Erde zu finden (a), und ſeine nebſt den folgenden Meſſungen ſind nun mehr bekannt, da wir wiſſen, was für ein Maaß ſie gebraucht haben, und daſſelbe mit unſerm eignen vergleichen können. Fernel ſuchte durch Beobachtungen zween Oerter aus, deren Unterſcheid der Breite ein Grad war, maß den Umkreis von dem Rade des Wagens, auf welchen er von einem Orte zum andern reiſete, und zählete die Umläufe des Rades auf dem ganzen Wege. Nachher zog er für die Ungleichheit und Krümmungen des Weges ſo viel Faden ab als ihm gut dünkte und fand einen Grad zu 56746 franzöſiſ. Toiſen oder 62085,8 ſchw. Fad. aber weder ſeine Beobachtungen noch Meßungsart verdienet einigen Wehrt. Snellius folgte 1615 der §. 16 beſchriebenen Methode (b). Seine Triangelverbindung gieng von Alcmar nach Leiden und Bergen op Zom, woraus er ſchloß, daß ein Grad 28500 Rheinl. Ruthen oder 60249 ſchwed. Faden ſey. Doch fand er ſelbſt kleine Fehler in ſeinen Meſſungen und fieng an, alles nachzuarbeiten; aber er vollbrachte dieſe wichtige Arbeit nicht vor ſeinem Tode. Muſchenbroeck hat dieſe Arbeit in ſpätern Zeiten ausgeführet und fand

(p) Am Schluß ſeiner Optik. (a) Fernelii Coſmoth. L. 1. C. 1.
(b) Snell, Eratoſthenes Batauus.

fand einen Grad zu 28514 Rheinl. Ruthen oder 62392,6 ſchw. Faden (c).

Im Jahr 1635 ſtellte Norwood in Engelland eine Meſſung auf die Art an (d), daß er den ganzen Weg von London nach York maß, und fand den Unterſcheid der Breite dieſer Oerter 2° 28′. Nach einer angebrachten Reduction wegen Ungleichheit des Weges und der ſchiefen Lage des Weges gegen den Meridian ſchloß er, daß ein Grad 367196 engl. Fuß oder 62846,6 ſchw. Faden ausmachte; aber er rieth ſelbſt an, daß dieſe Abmeſſung der Erde genauer geſchehen müſſe, als er ſie hatte verrichten können.

Riccioli fieng 1654 an, dieſe Aufgabe nach allen möglichen Arten zu bearbeiten, die er nur hatte ausdenken können (e). Er fand die Gröſſe eines Grades nach der erſten Meſſung 63486 Bonon. Schritte; nach der zwoten 63159; nach der dritten 57665; nach der vierten 63696; nach der fünften 63916; nach der ſechſten 64042; nach der ſiebenten 63431; nach der achten 64363. Dieſer lezten Meſſung trauete er ſelbſt am meiſten, und dann muſte ein Grad 68827 ſchw. Fad. lang ſeyn. Aber dieſe ganze Arbeit des Riccioli iſt ungewiß, theils wegen Unſicherheit der Beobachtungen, theils wegen der geringen Genauigkeit der Inſtrumente. Einige Zeit nachher ſoll der berühmte Erdbeſchreiber Bleau am Meerſtrande zwiſchen dem Texel und der Moſel eine Meſſung angeſtellet haben (f), und ſoll den Unterſcheid der Breite zwiſchen den Endpuncten ſeiner Grundlinie zu finden ein Inſtrument 28 Fuß im Halbmeſſer gebraucht haben. Die Art der Meſſung und der Ausſchlag ſeiner Arbeit iſt nicht weiter bekannt, als daß Picard (g), welcher dieſelbe über Snellius Verſuch erhebt, berichtet, daß ſie mit ſeiner eigenen Arbeit bis

(c) Muſchenbr. Diſſert. de magn. terr. (d) Seamans Practice C. 1. 2.
(e) Riccioli Geogr. Reform. (f) Waſſ. de Matheſi. C. 45. §. 40.
(g) Voyage d'Uraniburg. p. 2.

auf 9 oder 10 franzöſiſ. Toiſen übereinſtimme, wobey er doch nicht angiebt, ob ſolche zu der von ihm ſelbſt gefundenen Gröſſe addiret oder davon ſubtrahiret werden ſollen. Dieſe Meſſung ſcheinet älter als Picards ſeine zu ſeyn, die 1670 verrichtet ward; aber ſie iſt weder vorher bekannt geworden, noch nachher bekannt gemacht worden, ſondern die Gröſſe der Erde blieb bis zum Picard in der Ungewisheit, welche die jezt angeführten Meſſungen mit ſich führten.

§. 20.

Als 1666 die Pariſer Academie der Wiſſenſchaften eingerichtet wurde, ward die Geographie eines ihrer fürnehmſten Augenmerke; wenn aber die Geographie ſicher ſeyn ſollte, ſo muſte die Gröſſe der Erde genau beſtimmt werden; deswegen wurde ſogleich eine Gradmeſſung entworfen und von Picard bewerkſtelliget. Seine Triangelverbindung gieng von Malvoiſine nach Amiens, und er fand den Unterſcheid der Breite dieſer Oerter 1° 22′ 55″, welche auf dem Meridian 78850 franz. Toiſen ausmachten, woraus der Grad zu 57057¼ fr. Toiſen beſtimmt wird, aber Picard nahm 57060 fr. Toiſ. oder 62429,3 ſchw. Fad. um eine ebenere Zahl zum rechnen zu haben (a). Picards Meſſung iſt ſehr berühmt; denn die Inſtrumente, womit die Winkel vor ſeiner Zeit gemeſſen wurden, waren nicht mit Sehröhren zum viſiren, ſondern nur mit Dioptern verſehen, und daher wurden Picards Meſſungen viel mahl gewiſſer als die ältern; aber deſſen ungeachtet fand Picard, daß ſich leicht Fehler einſchleichen könnten, und rieth zu der Fortſetzung der nun von ihm angefangenen Gradmeſſung, maſſen die Fehler in Beſtimmung des Unterſcheides der Breite, die am meiſten bedeuteten, deſto geringer werden muſten, je gröſſer der gemeſſene Bogen iſt, oder auf einen gröſſern Abſtand vertheilet werden.

Hier-

(a) Meſure de la terre par l'Abbe PICARD.

Hierauf ward 1683 beſchloſſen, den Meridian der Pariſer Sternwarte durch ganz Frankreich zu verlängern, oder Picards Triangelverbindung zuſammt den Meridian an beiden Seiten, ſo weit es geſchehen könnte, fortzuſetzen; aber dieſe Arbeit gerieth durch Colberts Tod ins Stecken und Caßini hatte mit ſeinen Gehülfen nur bis nach Bourges in der Landſchaft Berry kommen können.

Im Jahr 1700 erhielte die Academie der Wiſſenſchaften neuen Befehl die Meſſungen fortzuſetzen und die erwähnte Triangelverbindung ward ſo gleich bis nach Collioure in Rouſillon fortgeführet. Im folgenden Jahre fand Caßini aus Vergleichung ſeiner Beobachtungen zu Collioure mit denen, die in Paris gemacht waren, daß der Unterſcheid der Breite zwiſchen Paris und Collioure 6° 18′ ſey und erhielte den Grad zu 57292½ Toiſen, (b) als er aber 1702 genauere Beobachtungen machte, fand er dieſen Unterſcheid der Breite 6° 18′ 57″, welcher 360614 Toiſen ausmachte, ſo daß alſo ein Grad 57097 Toiſen oder 62469 ſchw. Faden ſeyn muſte. (c)

Dieſe Ungleichheit gegen Picards Gradmaaſſe verurſachte einige Aufmerkſamkeit, beſonders da Eiſenſchmidt zu Strasburg aus Vergleichung von Snellius, Picards, Riccioli und Eratoſthenes Meſſungen gezeiget hatte, daß die Grade näher nach dem Aequator gröſſer zu ſeyn ſchienen als weiter davon. Man ſahe nicht gleich, daß die Ungewißheit der Meſſungen noch zu groß ſey, um daraus einen ſo mißlichen Schluß zu ziehen, ſondern es ſcheinet auch, daß Caßini ſchon ſeit 1701 auf dieſen Gedanken gegrübelt habe. (d) Endlich nahm er 1718 die Fortſetzung von Picards Triangelverbindung von Amiens nach Dünkirchen vor. Aus ſeinen in Paris und Dünkirchen ſelbiges Jahr gemachten Beobachtungen fand er den Unterſcheid der

G 3 Breite

(b) Memoires 1701.
(c) Suite des Memoires 1718. Part. 1. Chap. 14.
(d) Memoires 1701-1703.

Breite 2° 12′ 09″½, zu welchen Bogen 125454 Toiſen gehöreten, alſo würden 56956½ Toiſen auf einen Grad gehen, aber Caßini ſetzt 56960 Toiſen oder 62326 ſchw. Faden. Aus dem ganzen Breitenunterſcheide zwiſchen Dünkirchen und Collioure und der gemeſſenen Länge findet man einen Grad 57061 Toiſen oder 62430 ſchwediſche Faden, welches näher mit Picards Grad übereinſtimmte, und nach Caßinis Meynung die leztere Meſſung beſtätigte. Caßini ſchloß alſo, daß die Figur der Erde ablang ſey, wie ein Ey, indem die ſüdlicheren Grade gröſſer als die nordlichern wären und er behauptete, daß die Erdaxe ſich zum Durchmeſſer des Aequators verhalte wie 95 zu 94.

Dieſer Satz war ganz unerwartet und erhielte beſonders vielen Widerſpruch von den engliſchen Mathematikern, welche ſich auf die vielen Pendulverſuche beriefen, die das Geſetz der Schwere deutlich beſtätigten, aber mit der ablangen Figur der Erde nicht vereiniget werden konnten. Hiegegen hatte Caßini keine andere Gründe als ſeine eigene Beobachtungen; aber deren Gewicht wird geringer, wenn man bedenkt, daß ſeine Grade nahe an einander lagen; daß an den Gradinſtrumenten noch keine Micrometer angebracht waren, oder daß er ſeine Winkel nicht von der Unſicherheit vieler Secunden befreyen konnte, um kleine Fehlerrechnungen zu entdecken; daß Picards Meſſung ungefähr die Hälfte von Caßinis nordlichen Bogen ausmacht, aber doch darin die groſſe Verſchiedenheit von Picards Grad gefunden wird, ſo daß von einem wenigſtens die Beobachtungen des Unterſchiedes der Breite falſch ſeyn müſſe, welches unterſucht werden muß.

Caßini ward gleichwohl durch mehrere Meſſungen in ſeiner Hypotheſe beſtärkt. Nämlich im Jahr 1733 ward eine Triangelverbindung weſtlich von Paris bis St. Malo gemeſſen und die Länge des Parallels von St. Malo bis den Pariſer Meridian ward 165015 Toiſen gefunden; aber der Unterſcheid der Meridiane war 4° 30′ 30″ nach Picards Beobachtungen, daher muſte auf einen Grad des Parallelkreiſes 36670 Toiſen gehen, welches

in

in ſolcher Breite für eine Kugel, deren Meridian-Grad 57060 Toiſen war, zu klein ſeyn würde, und noch mehr für eine abgeflachte Sphäroide (e). Im Jahr 1734 ward eine dergleichen Meſſung öſtlich von Paris bis nach Straßburg angeſtellet. Man fand 205100 Toiſen und der Mittags-Unterſcheid war nach Eiſenſchmidts viele Jahre vorher angeſtellten Beobachtungen 5° 32′ 15″, alſo hielte ein Grad des Parallels von Straßburg 37066 Toiſen, dies iſt auch ſowohl für eine abgeflachte Sphäroide als für eine Kugel zu wenig (f).

Im folgenden Jahr 1735 maß De Thüry (Caßinis Sohn) einen Parallel von Orleans bis Nantes, und fand den Abſtand dieſer Stadt von dem Pariſer Meridian 151116 Toiſen. Aber der Meridian Unterſcheid war 3° 58′ 45″, daraus folgt die Länge eines Grades im Parallel von Nantes 37973 Toiſen, welches ſich wieder beſſer zu einer ablangen Sphäroide als für eine Kugel oder abgeflachte Sphäroide ſchickt (g). Er ſetzte dieſe Meſſung fort bis Breſt, und der Ausſchlag gab dieſen Parallel auch kleiner, als für eine abgeflachte Sphäroide oder Kugel. Eben das gab auch eine neue Meſſung von Sourdon bis Breſt, welche auch von Caßini de Thüry im Jahr 1736 verrichtet wurde (h). Aber alle dieſe Caßiniſche Meſſungen konnten den entſtandenen Zwiſt nicht beylegen, ſondern man hielte für nöthig, daß eine Meſſung ſo nahe als möglich am Aequator angeſtellet würde, und Bouguer ward mit andern in dieſer Abſicht 1735 nach Peru geſchickt. Nach deſſen Abreiſe ſtellte Maupertuis den Nutzen einer Meſſung nahe an den Polen vor, und erhielte den Auftrag dieſelbe in Geſellſchaft von Clairaut, Le Monnier, Camus und Outhier zu bewerkſtelligen. Durch dieſe Meſſungen, die mit der gröſten Genauigkeit angeſtellet worden, iſt der Erde eine abgeflachte Figur beygeleget worden, wie in der Folge gezeiget werden wird. Hier merken wir nur noch an, daß wenn die Erde eine vollkommene

(e) Memoires 1733.
(f) Memoires 1734.
(g) Memoires 1735.
(h) Memoires 1736.

mene Kugel wäre und Picards Gradlänge, welche nachher für richtig befunden worden, angenommen wird, ſo wäre der Umkreis der Erde 3746,2 ſchwed. Meilen, der Erdhalbmeſſer 596$\frac{1}{4}$ ſchw. Meilen und die ganze Erdoberfläche 4467240 ſchwed. Quadrat-Meilen.

§. 21.

Wenn die Erde als eine Ellipſoide angeſehen wird, ſo iſt es ſchwerer, ihre Gröſſe zu beſtimmen, als wenn ſie ſphäriſch iſt: Man muß dazu die höhere Geometrie gebrauchen; aber es iſt für die Aſtronomen nothwendig ſich in dieſe Unterſuchungen einzulaſſen, wenn dieſe Aufgabe aufgelößt werden ſoll. Die Meridiane der Erdkugel werden dann alle gleich groß und eine und eben dieſelben Ellipſe; aber die verſchiedenen Durchmeſſer dieſer Ellipſe ſind ungleich: Man kann daher die Gröſſe einer ſolchen Sphäroide nicht anders beſtimmen, als daß man in den elliptiſchen Meridianen die Länge der gröſſern und kleinern Axe ausmache, und daraus die Peripherie der ganzen Ellipſe und Oberfläche der Sphäroide ſuche, welches alles durch kein anderes Mittel als vermittelſt mehrerer Gradmeſſungen bewerkſtelliget werden kann. Hieraus entſtehet das geometriſche Problem: Die gröſſere und kleinere Axe einer Ellipſe zu finden, worin gewiſſe Bogen abgemeſſen und die Anzahl ihrer Grade beſtimmt ſind.

Es ſeyn alſo Aa, Bb (Fig. 16) zween abgemeſſene Bogen von einer gleichen Anzahl Grade auf dem elliptiſchen Meridian PABE, worin PC die halbe kleinere Axe und CE die halbe gröſſere Axe iſt. Die Verticallinien AD, aD treffen einander in D, und die Verticallinien BF und bF in F, ſo ſind AD und BF als Halbmeſſer der Bogen Aa und Bb anzuſehen, und ſind die ſo genannten Krümmungshalbmeſſer in A und B, deren Längen man aus der gegebenen Zahl Grade von ADa, BFb und den gemeſſenen Bogen Aa, Bb, finden muß. Man nenne

nenne Z die Breite von A; (a) und y die Breite in B, und ſeße den Halbmeſſer $= r$, ſo iſt $AGF = z$ und $BHE = y$. Wenn nun AL ſenkrecht auf EC gezogen iſt, ſo hat man $CP^2 : CE^2 = AL^2 : CE^2 - CL^2$ (§. 14. *a*) und die Trigonometrie giebt $\cos z^2 : \sin z^2 = GL^2 : AL^2$. Auſſerdem iſt $EC^4 : CP^4 = CL^2 : GL^2$ (*b. n.* 3); daraus erhält man $EC^2 . \cos z^2 : CP^2 \sin z^2 = CL^2 : CE^2 - CL^2$ und $CE^2 . \cos z^2 : CE^2 \cos z^2 + CP^2 \sin z^2 = CL^2 : EC^2$, das iſt weil $\cos z^2 = r^2 - \sin z^2$ iſt, $CE^2 . \cos z^2 : CE^2 . r^2 - (CE^2 - CP^2) \sin z^2 = CL^2 : EC^2$, und wenn $CE^2 . \sin v^2 = (CE^2 - CP^2) \sin z^2$ iſt, ſo wird $\cos z : \cos v = CL : CE$, oder $CL = \frac{CE \cos z}{\cos v}$. Nun iſt $CL : GL = CE^2 : CP^2$ und $GL : GA = \cos z : r$. Daher iſt $CL : GA = CE^2 . \cos z : r . CP^2$ und $GA = \frac{r . CP^2}{CE \cos v}$. Aber es iſt $AD = \frac{CE^2 . GA^3}{CP^4}$ (b. n. 4), alſo wird

$$AD = \frac{r^3 . CP^2}{CE . \cos v^3},$$

und auf eben die Weiſe erhält man $BF = \frac{r^3 . CP^2}{CE . \cos u^3}$. Wenn man $CE^2 . \sin u^2 = (CE^2 - CP^2) \sin y^2$ ſeßet. Weiter iſt $Aa ; Bb = AD : BF = \cos u^3 ; \cos v^3$. Wenn man $Aa = G^3$ und $Bb = g^3$ nimt, ſo wird $G : g = \cos u : \cos v$ und

$$G^2 : g^2 = r^2 - \frac{CE^2 - CP^2}{CE^2} \sin y^2 : r^2 - \frac{CE^2 - CP^2}{CE^2} \sin z^2$$

$= CE^2 \cos y^2 + CP^2 \sin y^2 : CE^2 \cos z^2 + CP^2 \sin z^2$. Hieraus findet man $g^2 . CE^2 . \cos y^2 - G^2 . CE^2 . \cos z^2 = G^2 CP^2 \sin z^2 - g^2 CP^2 . \sin y^2$ oder $\frac{CE^2}{CP^2} = \frac{G^2 \sin z^2 - g \sin y^2}{g^2 \cos y^2 - G^2 \cos z^2}$.

Solcher-

(a) Die Breite eines Bogens Aa pfleget man nach der Breite des mittelſten Punctes ſolchen Bogens zu rechnen. Wenn $Ac = ca$, ſo nimmt man z für die Breite von c. Aber hier iſt es gleich viel, da nur die Methode zu rechnen gezeiget werden ſoll. (b)

Solchergeſtalt iſt klar, daß man aus zween gemeſſenen Bogen und ihren gegebenen Breiten das Verhältniß zwiſchen der gröſ- ſern

(b) Im Text ſind verſchiedene Eigenſchaften der Ellipſe angenommen worden, die hier bewieſen werden ſollen.

1. Wenn PAE ein Elliptiſcher Quadrat iſt (Fig. 17) und die Circul Pae, $E\alpha\varepsilon$ gezeichnet werden, auch Al, AL ſenkrecht auf PC, EC gezogen ſind, ſo iſt $al : Al = AL : \alpha L$.

Man ziehe Ca und verlängere ſie bis ſie $E\alpha\varepsilon$ in α' ſchneidet, ziehe $\alpha'\lambda$ parallel mit Al ſo iſt $al : \alpha\lambda = Ca : C\alpha = Cl : C\lambda$, alſo muß $\alpha'A$ mit CP parallel ſeyn, ſo wie AL, das iſt, $\alpha'AL$ muß eine grade Linie ſeyn und $AL = Cl$, wie auch $\alpha'L = \alpha L = CL$ und alſo
$al : Al (= \alpha\lambda) = AL (= Cl) : \alpha L (= C\lambda)$.

Coroll. $\alpha L : AL = CE : CP$; denn $Ca = CP$ und $C\alpha = CE$, alſo muß $CE^2 : CP^2 = CE^2 - CL^2 : AL$ ſeyn;

alſo wird $AL^2 = CP^2 - \dfrac{CP^2 \times CL^2}{CE^2}$

2) Wenn (Fig. 18) (bey derſelben Zeichnung) $T\alpha$ den Kreis $E\alpha e$ in α berühret, und man ziehet TA, ſo trift ſie die Ellipſe in keinem andern Puncte, ſondern ſie iſt eine Tangente; und umgekehrt. Denn wenn TA die Ellipſe noch in einem andern Puncte B träfe, ſo ziehe man BN mit AL parallel, welche die Kreislinie in β, und die Tangente in *b* ſchneidet, dann hat man $\beta N : BN = CE : CP = \alpha L : AL$. Aber es iſt auch $\alpha L : AL = bN : BN$, alſo wäre $\beta N : BN = bN : BN$, folglich $\beta N = bN$, welches unmöglich iſt. Auf ſelbige Art beweiſet man, daß wenn AT eine Tangente der Ellipſe iſt, ſo muß $T\alpha$ eine Tangente des Kreiſes ſeyn und denſelben in keinem andern Puncte treffen.

3) Wenn AG ſenkrecht auf die Tangente in A iſt, ſo iſt $GL : CL = CP^2 : CE^2$. Denn wenn man $C\alpha$ ziehet, ſo iſt $C\alpha T$ ein rechter Winkel und $CL : \alpha L = \alpha L : LT$; eben ſo

ſern und kleinern Axe der Meridian Ellipſe finden kann. Eben das kann man erhalten, wenn die gemeſſenen Bogen in zween Parallelen liegen. Aber da der Unterſchied der Längen nicht ſo genau beobachtet werden kann, als der Unterſcheid der Breiten; ſo iſt die auf erſterem gegründete Rechnung nicht ſicher; daher hat man hier ſolche Methode nicht anführen wollen. Aus eben der

ſo auch $GL:AL = AL:LT$; daher wird $\alpha L^2:AL^2 = CL.LT:GL.LT$. Es iſt aber auch $\alpha L:AL = CE:CP$; alſo wird $CL:GL = CE^2:CP^2$ und $GL^2:CL^2 = CP^4:CE^4$.

4) Wenn (Fig. 16) von a, welches an A ſehr nahe liegt, aD rechtwinklicht auf die Tangente in a gezogen wird, welche AG in D trift, ſo iſt $AD = \frac{CE^2.GA^3}{CP^4}$

Man ziehe aK mit CE parallel, welche AG in K ſchneidet. Da nun $CL:GL = CE^2:CP^2$ iſt, ſo muß auch ſeyn $CG:CL = CE^2 - CP^2:CE^2$; und $Cg:Cl = CE^2 - CP^2:CE^2$; folglich $CG:CL = Cg:Cl$; und $CG:GL = Gg:Ll$ oder $Gg:Ll = CE^2 - CP^2:CE^2$. Nun iſt $Ll:Aa = Aa:aK$; daher $Ll:aK = Ll^2:Aa^2$; und weil $Ll:Aa = AL:AG$; und $Gg:aK = DG:AD$ iſt, ſo wird $Ll:aK = AL^2:AG^2$ und $DG:AD = AL^2.(CE^2 - CP^2) : AG^2.CE^2$. Daher wird $AG:AD = CE^2(AG^2 - AL^2) + CP^2.AL^2 : CE^2.AG^2 = CE^2.GL^2 + CP^2.AL^2 : CE^2.AG^2$. Aber es iſt $CE^2.GL^2 = \frac{CP^4.CL^2}{CE^2}$ und $AL^2 = CP^2 - \frac{CP^2.CL^2}{CE^2}$.

Daher wird $AG:AD = CP^4:CE^2.AG^2$ und $AD = \frac{CE^2.AG^3}{CP^4}$, w. z. E. Es iſt auch $AL^2 = CP^2 - \frac{GL^2.CE^2}{CP^2}$.

Urſache übergehe ich auch, zu zeigen, wie man durch einen gemeſſenen Grad im Meridian und einen Grad im Parallel beides von gleicher oder verſchiedener Breite oberwähntes Verhältniß zwiſchen der gröſſern und kleinern Axe finden kann.

Die kleinere Axe des Meridians iſt der Durchmeſſer, um welchen ſich die Erde drehet, und die gröſſere Axe des Meridians iſt der Durchmeſſer des Aequators; alſo kann man durch die Meſſung das Verhältniß zwiſchen dieſen zween Erddurchmeſſern finden. Aber ſo bald dies Verhältniß bekannt iſt, findet man durch jede Gradmeſſung die Gröſſe von der halben Erdaxe oder CP. Denn es iſt $AD = \frac{r^3 CP^2}{\cos v^3 CE}$, oder es iſt $CP = AD \cdot r \cdot \frac{CE}{CP} \cdot \frac{\cos v^3}{r^3}$. Aber AD iſt aus des Bogens Aa Länge und Anzahl Grade bekannt, und der Winkel v wird aus der gegebenen Breite z gefunden. Es war nämlich $CE^2 \sin v^2 = (CE^2 - CP^2)\sin z^2$, oder $CE \sin v = \sin z \sqrt{(CE^2 - CP^2)}$, das iſt, $\sin v = \sin z \sqrt{\left(1 - \frac{CP^2}{CE^2}\right)}$. Daher ſind die Factors $\frac{CE}{CP} \cdot \frac{\cos v^3}{r^3}$ leicht zu beſtimmen. Auf eben die Art findet man u, wenn die Breite y gegeben iſt. Es iſt $\sin u = \sin y \sqrt{\left(1 - \frac{CP^2}{CE^2}\right)}$. Und da $\cos u^3 : \cos v^3 = G^3$ $(= Aa) : g^3$ $(= Bb)$, ſo iſt klar, daß man aus einem gegebenen Gradbogen im Meridian für jede Breite die wahre Länge eines Grades finden kann.

Aus CP findet man CE, da ihr Verhältniß bekannt iſt und ſolchergeſtalt kann man für jede Breite aus den bekannten Gröſſen CE und CP den Halbmeſſer des Krümmungskreiſes ausrechnen. Es iſt nämlich $AD = \frac{r^3 CP^2}{CE \cos v^3}$ und dann fin-

det

det man die Gröſſe eines Grades für einen ſo groſſen Halbmeſſer. Aus CE findet man den Umkreis der Erde im Aequator; gleichergeſtalt auch die Umkreiſe der Parallele, indem CL dem Halbmeſſer des Parallels in A gleich iſt, und $CL = \frac{CE.\cos z}{\cos v}$. Aber den Umkreis der Erde im Meridian und die Gröſſe der Oberfläche der Ellipſoide zu beſtimmen, dazu gehöret noch eine weitere Unterſuchung, deren Aufklärung wir ſo lange ausſetzen wollen, bis wir die lezten und genaueſten Gradmeſſungen erwähnet haben, welche dazu dienen werden, die Gröſſe der Erdaxe und des Durchmeſſers des Aequators zu finden.

§. 22.

Aus §. 20. erhellet, daß die franzöſiſche Akademie der Wiſſenſchaften, ſich das Problem von der Gröſſe der Erde gleichſam zugeeignet habe und ihre Handlungen zeugen von der dabey angewandten unverdroſſenen Mühe der franzöſiſchen Geometer. Maupertuis und ſeine Gehülfen reiſten 1736 nach Schweden, ſie nahmen unſern berühmten Celſius zu ſich und eileten nach Torneå, ſo daß ſie im Julius die Gradmeſſung anfiengen. Sie fanden den Abſtand zwiſchen den Parallelen von Torneå und Kittis 55023,47 Toiſen, und daß der Meridianbogen zwiſchen dieſen Parallelen 57′ 28″$\frac{1}{2}$ enthielte; daraus ſchloſſen ſie einen Grad auf 57437,9 Toiſen oder 62842,9 ſchw. Faden. Die Breite von dem Mittel dieſes Bogens ward zu 66° 19′ 34″$\frac{1}{2}$ beſtimmt (a). Dieſe Meſſung iſt ſo genau berichtiget für die Abſtände der beyden Parallele, daß dagegen kein Zweifel erreget werden kann; aber der Gradbogen iſt zu klein, nämlich nur 57′ 28,67″ und wegen der Strahlenbrechung muß er noch um 1″ vergröſſert werden, ſo daß der ganze Bogen 57′ 29,67″ iſt. Die Länge des Grades wird daher

(a) De la figure de la terre determinée par les obſervations de Maupertuis.

daher 57421,4 Toiſen oder 62824,8 ſchw. Faden, ſo weit man ſich auf einen ſo kurzen Bogen verlaſſen kann (b).

Bey ſeiner Heimkunft wollte Maupertuis Picards Meſſung berichtigen, weil er beſſere Inſtrumente hatte, als Picard gehabt, den Unterſcheid der Breiten zu meſſen; er nahm nach Picard den Abſtand der Parallele zwiſchen Paris und Amiens zu 583227 Toiſen und fand den Unterſcheid der Breiten 1° 1′ 12″, daher ein Grad 57183 Toiſen ward (c). Aber wenn die Beobachtungen von der Strahlenbrechung befreyet werden, ſo iſt der Bogen 1° 1′ 13″ und ein Grad 57157,8 Toiſen oder 62536,3 ſchw. Faden für die Breite von 49° 20′ 20″½. Maupertuis berechnete nun auch das Verhältniß der Axe und des Durchmeſſers des Aequators und fand, daß CP:CE = 177:178 ſey (d), welches der ſeel. Herr Staatsſecretair Klingenſtierna weiter ausführte und die Gröſſe ſowohl der halben Axe als des Durchmeſſers des Aequators beſtimmte.

So bald die Gröſſe des weſterbothniſchen Grades bekannt ward, fiengen die Mathematiker an, die ablange Figur, welche Caßini der Erde beygelegt hatte, zu verwerfen, indem der nordländiſche Grad gröſſer war, als irgend einer, welcher in Frankreich gemeſſen worden. Es machten zwar noch wohl einige gegen Maupertuis Einwürfe, aber alle ſeine Beobachtungen waren ſo zureichlich berichtiget und die Genauigkeit der Inſtrumente ſo durchgängig beprüfet, daß alle Widerrede wegfiel und die abgeflachte Figur der Erde anerkannt ward (e). Caßini hielte nun ſelbſt für nöthig die pariſiſche Triangelverbindung zu berichtigen, und dies Geſchäft ward 1739 und 1740 ſeinem Sohn De Thury und dem arbeitſamen De lacaille aufgetragen (f). Dieſe entdeckten eine Ungleichheit zwiſchen Picards und ihren Meſſungen, und

(b) Vergl. §. 20.
(c) Degré du Meridien entre Paris et Amiens.
(d) ebendaſ.
(e) Wiſſenſchafts Akadem. Handl. 1744.
(f) la Meridienne de Paris verifiée.

und ſo bald ſie den Ausſchlag von Maupertuis Berichtigung des Unterſcheides der Breiten erfuhren, der nicht mit Picards Bogen übereinſtimmte, fiel der ganze Fehler auf ihn.

Nun unterſuchte man alle Meſſungen mit Genauigkeit. Man fand, daß Picard eine gar zu kleine Toiſe gebraucht hatte; daß ſeine Inſtrumente zu Abmeſſung der Bogen fehlerhaft geweſen; daß er doch durch eine glückliche Erſetzung der Fehler in der ganzen Arbeit eine richtige Gröſſe für den Grad in Frankreich erhalten. Gleichergeſtalt entdeckte man in Caßinis Meſſungen von 1700 und 1716 Rechnungsfehler; daß einige Winkel fehlerhaft angenommen worden; daß bey Beſtimmung der Gradbögen gehörige Berichtungen unterlaſſen waren; und daß in Ermangelung der Micrometer, die man bey den aſtronomiſchen Sectorn und Quadranten anzubringen anfieng, die ältern gebrauchten Inſtrumente nicht hinreichende Genauigkeit gaben. Der Ausſchlag dieſer neuen Meſſungen war folgender. Zwiſchen den Parallelen von Paris und Amiens an den Orten, wo Maupertuis beobachtet hatte, war der Unterſcheid der Breiten 1° 1′ 13,1″, aber der geometriſche Abſtand war 58233⅓ franz. Toiſen, woraus die Gröſſe des Grades in der mittlern Breite von 49° 20′ 20,5″ zu 57074,4 fr. Toiſen oder 62445,1 ſchw. Faden gefunden ward, u. ſ. w. wie beygefügte Tabelle ausweiſet.

Zwiſchen

Zwiſchen	Breiten Unterſcheid.	Abſtand der Parallele in franz. Toiſen.
1 Paris. Amiens	1° 01′ 13,1″	58233,$\frac{1}{3}$
2 Paris. Dünkirch.	2 11 50.2	125431
3 Paris. Bourges.	1 45 07.$\frac{1}{3}$	99990
4 Paris. Rodes	4 28 59.$\frac{3}{4}$	255757
5 Paris. Perpignan	6 08 10.9	350065
6 Dünkirch. Perpig.	8 20 02.4	475496
7 Dünkirch. Rodes	6 40 51.2	381188
8 Dünkirch. Bourg.	3 56 59.9	225421
9 Bourges. Rodes	2 43 51.1	155767
10 Bourg. Perpig.	4 23 02.6	250075
11 Rodes. Perpig.	1 39 11.2	94308

Mittlere Breiten.	Gröſſe des Grades in franz. Toiſen.	in ſchwed. Faden.
1 49°20′ 20,5″	57074,4	62445,1
2 49 56 00	57084	62455,2
3 47 58 00	57071	62441,8
4 46 35 00	57049	62417,3
5 45 45 00	57050	62418,4
6 46 51 00	57055	62423,9
7 47 41 00	57057	62426,1
8 49 03 00	57069	62439,2
9 45 43 00	57040	62407,5
10 44 53 00	57042	62409,7
11 43 31 00	57048,5	62416,2

Dieſe Ausrechnungen und Maaſſen zeigen deutlich, daß ſelbſt innerhalb den Gränzen von Frankreich nach aller Wahrſcheinlichkeit überhaupt die nordlichern Grade gröſſer als die ſüdlichern ſind, daher Caßini und die es mit ihm hielten, ſo bald ihnen dieſe Meſſungen bekannt wurden, der abgeflachten Figur der Erde ihren Beyfall gaben. Um dem Einwurf vorzubeugen, der aus den

1733

1733 bis 1736 gefundenen Graden der Länge hergenommen werden konnte, beſtimmte De Thüry und Delacaille einen ſolchen Grad in der Breite von 43° 32′ durch die genaueſte Meſſung. Der Grad der Länge ward 41618 franz. Toiſen oder 45534,3 ſchw. Faden gefunden; und da der Grad der Breite oder des Meridians in eben der Breite 57048 franz. Toiſen oder 62416 ſchw. Fad. gefunden war, ſo würde ein Grad der Länge auf einer Kugel 260 fr. Toiſen oder 283,8 ſchw. Faden kleiner ſeyn müſſen, als der abgemeſſene befunden worden, und folglich würde er in einer ablangen Sphäroide noch kleiner ſeyn müſſen, welche Figur alſo mit keinem Grunde der Erde zugeſchrieben werden konnte.

Die Gröſſe des bothniſchen Grades ſcheinet den franzöſiſchen Gelehrten ſo gleich ein Mißtrauen gegen die ablange Figur der Erde beygebracht zu haben und Caßini nahm durch ſeine eigene und ſeines Sohns Meſſungen an der Erfindung der Wahrheit Antheil; man erkannte nun, daß die Beſtimmung der Grade der Länge nicht ſicher genug ſey, die Figur der Erde abzumachen. Mit einem Worte, die abgeflachte Figur der Erde ward auſſer allen Zweifel geſetzt, nachdem die Meſſungen in Frankreich hinreichend berichtiget waren oder durch die Beſtätigung der lezten Arbeiten. Die Gröſſe des Grades in Frankreich muß alſo, wie in der Folge geſchehen iſt, zu 57055. franz. Toiſen oder 62423,9 ſchw. Faden in 46° 51′ Breite angenommen werden, ob ſie Caßini gleich mit einer runden Zahl zu 57050 franz. Toiſen | oder 62418,4 ſchwed. Faden ſetzt.

Aus der Vergleichung des Grades zwiſchen Paris und Dünkirchen mit dem zwiſchen Bourges und Rohdes fand De Thüry, daß die Erdaxe ſich zum Durchmeſſer des Aequators verhielte wie 285 zu 286. Die Vergleichung zwiſchen den erſtern und der ſüdlichſten Gradmeſſung in Frankreich oder der Meſſung von Rodes nach Perpignan gab das Verhältniß 539 zu 540; wenn aber der bothniſche Grad mit Picards Meſſung nach der Berich-

tigung des Unterſcheides der Breiten vom **Maupertuis**, und des geometriſchen Abſtandes vom **De Thüry** verglichen ward, ſo fand man das Verhältniß 131 zu 132, und das Verhältniß von 168 zu 169, wenn man die Meſſung zwiſchen Rodes und Perpignan an der Stelle von Picards Meſſung gebrauchte; daſſelbe Verhältniß fand man auch, wenn man den zulezt abgemeſſenen Grad der Länge mit dem Grad der Breite verglich, der in ſelbiger Breite gefunden war.

Die Akademie der Wiſſenſchaften in Paris glaubte oder vermuthete von der Zeit an, daß die Meſſungen der nach Peru abgeſchickten, dasjenige beſtätigen würde, was auf ſolche Art gefunden war, und erwartete ihre Heimkunft, als den lezten Beweis der Meynung von der Figur der Erde. Endlich langte **Bouguer** von ſeiner ſehr beſchwerlichen Reiſe in Paris an, und berichtete der Academie, daß er einen Meridianbogen von 3° 07′ 01″ abgemeſſen und deſſen Länge 176940 Toiſen gefunden habe. Er gab die Länge des Grades zu 56753 franz. Toiſen oder 62098,7 ſchw. Faden an, die der Mittelbreite von 1° 20′ 13″½, nachdem die Meſſung auf die Meeresfläche und nach der mittelmäßigen Wärme, welche mit 18° des ſchwed. Thermometers übereinkommt, berichtiget worden (g). Er unterſuchte nachher den Unterſcheid zwiſchen den bothniſchen, franzöſiſchen und peruſchen Graden und die Vergröſſerung der Grade vom Aequator nach den Polen dünkte ihm in dem Verhältniß der Biquadrate der Sinus der Breiten zu ſtehen, (h) wornach er das Verhältniß zwiſchen der Erdaxe und den Durchmeſſer des Aequators wie 178 zu 179 beſtimmte (h). Mit **Bouguers** Bericht ſtimmte **Condamine** bis auf 3 Toiſen zuſammen. (i) Denn ſeine Rechnung ſetzte den Grad für dieſelbe Mittelbreite auf 56750 Toiſen. Hieraus und aus

(g) Figure de la terre par Bouguer p. 274.
(h) ebendaſ. p. 290. ſeq.
(i) Meſure des trois premiers degrés par Condamine.

aus der berichtigten Meſſung Picards ſchloß Condamine, daß ſich die Erdaxe zum Durchmeſſer des Aequators verhielte, wie 303 zu 304. Aber wenn er den Grad für die mittlere Breite von 46° 43′ rechnet, findet man das Verhältniß, wie 301,3 zu 302,3. Aus Vergleichung der bothniſchen und peruſchen Grade, giebt er dies Verhältniß 214 zu 215 an, aber 144 zu 145 aus dem bothniſchen und dem picardſchen zu 57074.4 Toiſen berichtigten Graden; endlich 131 zu 132, aus dem bothniſchen und dem von De Thüry angenommenen Grad für Frankreich (i).

Die abgeflachte Figur der Erde iſt nachher durch die Gradmeſſung vom Delacaille auf dem Vorgebürge der guten Hofnung, welches insgemein ſchlechtweg Cap an der Stelle von Cap de bonne Eſperance genannt wird, woſelbſt er für die ſüdliche Mittelbreite einen Grad 57037 franz. Toiſen oder 62404,2 ſchwed. Faden gefunden hat (k). Ebenfals aus Boſcowichs Meſſung in Italien, nach welcher ein Grad in 43° 03′ 50″ Mittelbreite 56797 Toiſen oder 62340,7 ſchw. Faden ausmacht (l). In der berlinſchen Academie der Wiſſenſchaften ward 1753 gegen die Meſſungen in Frankreich einiger Zweifel erreget, welches Euler (m) auf Zureden von Maupertuis, wie mir Delacaille mündlich berichtet, vorgeſtellet haben ſoll, und wozu Monnier durch die Vorrede zu ſeinen 1745 geſchriebenen Inſtitutions Aſtronomique Gelegenheit gegeben haben ſoll, worin er die Genauigkeit der picardſchen Gradmeſſung, ungeachtet der einige Jahr vorher von Caßini de Thüry und Delacaille dagegen gemachten Erinnerungen, behauptet. (n) In Anleitung deſſen ward Picards Grundlinie im Jahr 1757 durch eine Meſſung berichtiget, nachdem Monnier königlichen Befehl erhielte, dieſelbe unter Authenticität der königlichen Academie der Wiſſenſchaften zu verrichten. Die acht Commiſſarien der Acade-

(k) Mem. de l'Acad. Paris 1757.
(l) De litteraria expeditione ad dimetiendos duos gradus.
(m) Memoires de l'Acad. de Berlin pour 1753.
(n) Inſtitutions Aſtronomique, Eſſay ſur le progrés de l'Aſtron. p. VII.

mie theileten ſich in zween Haufen, welche von Monnier und Bouguer angeführet wurden. Erſterer hatte Clairaut, Delacaille und Godin bey ſich; lezterer De Thüry, Camus und Pingre, mit welchen ſich Delalande vereinigte. Bouguers Meſſung erhielte ich auch Erlaubniß beyzuwohnen und die Verrichtungen beyder Haufen beſtätigten die Richtigkeit der von Caßini und Delacaille auf die picardſche Meſſungen angebrachten Berichtigungen, ſo daß hiemit aller Zwiſt aufgehoben zu ſeyn ſcheinet.

§. 23.

Ob gleich die Abflachung der Erde an den Polen und ihre Aufrundung an dem Aequator durch die angeführten Verſuche unwiderſprechlich iſt, ſo kann ihre wahre Gröſſe doch nicht beſtimmt werden, ſo lange das Verhältniß zwiſchen der Axe und dem Durchmeſſer des Aequators unbekannt iſt. Dies iſt noch nicht vollkommen ſicher ausgemacht, ſondern die Aſtronomen gehen darin ſehr von einander ab, doch ſo, daß ſie alle die Ungewisheit über dies Verhältniß eingeſtehen. Auſſer der §. 22. erwähnten Verhältniſſe zwiſchen der Erdaxe und dem Durchmeſſer des Aequators von Maupertuis und Klingenſtierna (a), Bouguer und Condamine (b) hat Ulloa ſelbiges Verhältniß wie 265 zu 266 angegeben, doch äuſſert er ſeine eigene Ungewißheit darüber und die Verwickelung der von ihm gebrauchten Rechnung (c). Nachher iſt es von einigen Schriftſtellern nach den bothniſchen und peruſchen Graden wie 173 zu 174 angegeben (d), aber die Rechnung beweiſet, daß dieſe Grade das Verhältniß wie 214 zu 215 geben, welches der Beſtimmung Condamine und Pingre gemäß iſt (e). Delalande giebt dies Verhältniß an, wie 184 zu 185, wobey

(a) Degré du Meridien p. LVI. und Wiſſenſch. Akad. Handl. 1744.
(b) Bouguer Fig. de la terre p. 29.
(c) Obſ. Aſtron. et Phyſ. p. 256.
(d) Alembert Prec. des Equinoxes. p. 96. (e) Memoires 1761.

wobey er eine andre Hypotheſe als die ellipſoidiſche Figur gebraucht (f). Delacaille ſetzet ſie wie 199 zu 200 (g): Vielleicht hat er zwiſchen Delalande und Pingre, deren Arbeiten bey ihm die meiſte Glaubwürdigkeit hatten, den Mittelweg nehmen wollen. Nach der §. 21. erklärten Methode habe ich dies Verhältniß gefunden.

Aus den bothniſchen und Peruſchen Graden wie	214,2	zu	215,2
„ „ Franzöſiſchen „ „	143,5	„	144,5
„ „ Capſchen „ „ „	239,6	„	240,6
„ „ Italiänſchen „ „	146,5	„	147,5
Franzöſiſchen und Peruſchen „ „	299,6	„	300,6
„ „ Italiäniſchen „ „	45,3	„	46,3
Peruſchen und Capſchen „ „	179,7	„	180,7
„ „ Italiänſchen „ „	350,5	„	351,5

Zwiſchen den franzöſiſchen und capſchen Graden iſt der Unterſcheid allzu geringe, und aus den capſchen und italiäuſchen Graden findet man die Erdaxe gröſſer als den Durchmeſſer des Aequators, deswegen habe ich ſie ausgeſchloſſen. Aus allen angeführten erhält man das Mittel wie 202,4 zu 203,4, welches demjenigen am nächſten kommt, was Delacaille angenommen.

§. 24.

Die Lehre von der Schwere hat Anleitung gegeben, die wahre Figur der Erde zu finden (§. 15. 16.) und eben dieſelbe dienet auch dazu, dieſelbe genauer zu unterſuchen, oder das Verhältniß zwiſchen der Erdaxe und dem Durchmeſſer des Aequators zu beſtimmen. Denn es ſey (Fig. 19) PCE die Ebene eines Meridians in der Ellipſoide der Erde, deren Mittelpunct C iſt, ſo müſſen die Columnen PC, AC gegen einander im Gleichgewicht ſeyn, wie die Erfahrung lehret (vergl. §. 15. und 16.) und aus ſelbigem Grunde müſſen auch pC, aC nach den Richtungen

(f) Memoires 1753. p. 103.
(g) Ephemerid. T. VI. p. LIV. Introd.

pC, aC gleich ſtark drücken, wenn pae ein ähnlicher elliptiſcher Quadrant iſt, woraus folget, daß Pp mit Aa im Gleichgewicht iſt, und wenn man den Druck in P durch P und in A durch A anzeiget und pae ganz nahe an PAE nimmt, ſo $Aa:Pp = AC:PC = P:A$, alſo $A = \frac{P.PC}{AC}$. Wenn aber AG in A vertical iſt, ſo würkt die Schwere nach ſolcher Verticallinie, (§. 1.) und wenn GD ſenkrecht auf AC iſt, ſo verhält ſich der Druck der Schwere in A nach der Richtung AC zur Schwere in A, wie AD zu AG. Es iſt alſo die ganze Schwere in $A = \frac{P.PC.Ag}{AC.AD}$. Aber $AC \times AD = PC^2$. Daher iſt die Schwere in $A = \frac{P.AG}{PC}$. Das iſt die Schwere verhält ſich in verſchiedenen Puncten der Ellipſoide wie die Normallinie AG in ſolchen Puncten.

Eben das Verhältniß, welches man für die Schwere in zwey Puncten findet, hat auch zwiſchen den Längen gleichſchwingender Penduln in ſolchen Puncten ſtat; daher müſſen ſich dieſe Pendullängen wie die Normallinien verhalten. Man nenne G die Pendullänge in der Breite z, und g die Pendullänge in der Breite y und ſetze $CE^2 \sin v^2 = (CE^2 - CP^2)\sin z^2$, ingleichen $CE^2 \sin u^2 = (CE^2 - CP^2)\sin y^2$; ſo iſt in der Breite z die Normallinie $AD = \frac{r.CP^2}{CE \cos v}$ (§. 21.) und in der Breite y die Normallinie $= \frac{r.CP^2}{CE.\cos u}$. Alſo iſt $G:g = \cos u : \cos v$; folglich $\frac{CE^2}{CP^2} = \frac{G^2 \sin z^2 - g^2 \sin y^2}{g^2 \cos y^2 - G^2 \cos z^2}$, wie §. 21., mit dem einzigen Unterſcheide, daß G, g hier die Längen gleichſchwingender Penduln in den genannten Breiten z und y bedeuten, dort aber G, g die Cubicwurzeln der Gradbogen in

ſolchen

ſolchen Breiten vorſtelleten. Hieraus erkennet man, daß die Längen gleichſchwingender Penduln ſich wie die Cubicwurzeln der Gradbogen des Meridians in ſolchen Breiten verhalten oder die Würfel dieſer Pendullängen wie die Gradbogen.

Aus dem nun angeführten iſt klar, daß dienliche Beobachtungen von den Längen der Pendul in verſchiedenen Breiten eben ſo brauchbar ſind, das Verhältniß zwiſchen der Erdaxe und dem Durchmeſſer des Aequators zu finden, als die Gradmeſſungen. Die Arten, dieſe Beobachtungen anzuſtellen, können verſchieden ſeyn. Einige verfahren ſo, daß ſie nach einem und eben demſelben Maaßſtab die Länge der Secunden-Pendul an verſchiedenen Orten abmeſſen; andre nehmen ein Pendul von einer gewiſſen Länge, führen es von einem Orte zum andern und zählen, wie viel Schwingungen es in einer gewiſſen Zeit an jedem Orte verrichtet. Die leztere Art iſt die bequemſte, denn die Pendullängen verhalten ſich umgekehrt, wie die Quadratzahlen der Swingungen in einer gewiſſen Zeit. Man kann ſolchergeſtalt aus der Beobachtung des Ganges eines Penduls ſein Verhältniß zum Secundenpendul finden, und wenn dieſes Verhältniß für ein und eben daſſelbe Pendul an zween Orten gegeben iſt, ſo iſt zugleich das Verhältniß der Secundenpendul für ſolche Oerter ausgemacht.

§. 25.

Solche Pendulbeobachtungen ſind von Richers Zeit 1672 her von ſehr vielen gemacht. Richer giebt die Länge des Secunpenduls in Paris in der Breite von 48° 50′ zu 3 Fuß $8\frac{3}{5}$ Lin. an; aber $1\frac{1}{4}$ Lin. kürzer in Cayenne in der Breite von 4° 56′. Hiernach iſt $CP : CE = 195{,}93 : 196{,}93$. Picard aber ſagt, das Pendul in Paris ſey $440\frac{1}{2}$ Lin. und eben ſo groß auf der Inſul Hwen oder bey Uranienburg, da Tycho beobachtet hatte (a). Picards Pendul

(a) Memoires depuis 1666 a 1699 T. VII. P. I. p. 208 et 320.

Pendul in Paris und Richers in Cayenne geben CP:CE = 213,02:214,02.

Halley hat 1677 gefunden, daß ſeine Uhr zu St. Helena in 16° Breite zu langſam gehe, und daß das Secundenpendul mehr als anderthalb Linien verkürzet werden müſſe (b); wenn alſo ein ſolches Pendul nach Grahams Verſuch in London in der Breite von 51° 31′ die Länge 39,126 Zoll hat, und man annimmt die Verkürzung ſey 1½ Lin. geweſen, ſo müßte ſeyn CP:CE = 167,58:168,58. Aber Halleys Verſuch iſt nicht mit Fleiß angeſtellet worden, wie die Umſtände ergeben.

Varin und Des Hayes fanden die Secundenpendullänge in Paris 440⅘ Lin., welches mehr mit Richers Maaſſe übereinſtimmte; darauf reiſeten ſie nach America und beſtimmten dieſe Pendullänge auf den Inſuln Gorea, Guadeloupe und Martinique, deren Breiten 14° 40′; 16° und 16° 43′ ſind, zu Gorea 438⅓ Lin. und 438,5 Lin. an den andern beyden Stellen (c). Dieſe Beſtimmungen geben ein verſchiedenes Verhältniß von CP zu CE. Aus den erſten erhält man es, wie 109,58 zu 110,58; aus der zwoten wie 122,39 zu 123,39 und aus der dritten wie 106,23 zu 107,23; aber die Beobachtungen ſcheinen nicht mit hinlänglicher Genauigkeit angeſtellt zu ſeyn. Eben dies Urtheil verdienen des jüngern Couplets Beobachtungen im Jahr 1697 zu Liſſabon in der Breite von 38° 42′ und auf der Inſul Paraiba unter 6° 38′ Breite; (d) denn er fand, daß ſeine Uhr zu Liſſabon in vier und zwanzig Stunden 2′ 13″ langſamer gieng als zu Paris, und zu Paraiba 4′ 12″. Daraus behauptete er, daß das Secundenpendul in Liſſabon 2½ Linien und zu Paraiba 3⅔ Linien kürzer ſey als in Paris, welches Newton aus den Beobachtungen ſelbſt zu 1⅓ und 2⅔ berichtiget hat. Wenn man dieſe Beobachtungen anwendet, ſo giebt die erſte CP zu CE = 57,446:58,446 und die leztere, wie 95,197 zu 96,197.

Eben

(b) Newton Princ. Phil. Nat. L. III. p. 20.
(c) Memoires depuis 1666. a. 1699 T. VII. p. 450 et 456.
(d) Mem. 1700.

Eben ſo wenig kann man ſich auf die Beobachtungen verlaſſen, welche Deshayes 1699 und 1700 gemacht hat (e), nämlich daß das Pendul zu Cayenne 438,5 Lin. und eben ſo groß auf der Inſul Granade unter 12° 16′ Breite ſey; aber $438\frac{3}{4}$ Lin. auf der Inſul St. Chriſtoph und 439 Lin. auf Domingo, von welchen die erſte 17° 09′, und die zwote 19° 48′ Breite hat. Richers mit vielem Fleiſſe angeſtellte Beobachtungen widerſprechen der erſten, nach welchen CP zu CE wie 118,66 zu 119,66 wäre. Und da die zwote das Verhältniß wie 110,89 zu 111,89; die dritte wie 115,58 zu 116,58; und die vierte wie 126,95 zu 127,95 giebt, ſo ſcheinen ſie alle wenige Zuverläßigkeit zu haben.

Feuille machte 1704 ſolche Verſuche in America zu Porto Belo unter der Breite von 9° 33′ und zu Martinique, unter 14° 44′ Breite, aber ſeine Beobachtungen ſind längſt verworfen. Denn er gab die Pendullänge zu Porto Belo $437\frac{7}{12}$ Lin. an, welche Bouguer und Godin nachher anders gefunden. Und von Martinique berichtete Feuille, daß die Länge des Penduls nur $437\frac{5}{8}$ Lin. ſey, welches mit den Beobachtungen vom Des Hayes ſtreitet. Indeſſen habe ich aus der erſtern Beobachtung CP:CE = 78,74:79,74, aus der andern CP:CE = 2505:2506 ausgerechnet.

Delacroyeres Verſuch zu Archangel 1728 unter 64° 34′ Breite muß auch zu den unzuverläßigſten gerechnet werden, denn er fand die Länge des Penduls nur 440,644 Linien und ein andermahl 440,663 Linien (g), wornach CP:CE = 761,3:762,3 oder 673,8:674,8 ſeyn würde. Man machte ſolche Verſuche nur, die Abnahme der Schwere oder die Verkürzung der Pendulu zwiſchen Paris und dem Aequator und ihre Verlängerung zwiſchen Paris und den Polen zu entdecken; man war wenig um ihre Genauigkeit

(e) Newton l. c.
(f) Maup. ſur la Parall. de la Lune p. 123.
(g) Comm. Petr. T. IV. p. 322.

keit beſorgt, ſondern erforſchte nur die Hauptwahrheit, welche aus Richers Verſuch folgte, welche man aber nicht zu glauben wagte, bis mehrere Beobachtungen dieſelbe beſtätiget hatten.

§. 26.

In neuern Zeiten ſind dieſe Pendulverſuche mit mehr Genauigkeit angeſtellet. Im Jahr 1731 ſchickte Graham eine Uhr an Campbell nach Jamaica; man unterſuchte die Uhr in London, ehe ſie abgeſchickt ward unter 51° 31′ Breite. Campbell fand 1732 unter 18° Breite, daß die Uhr bey gleicher Wärme ungefähr 1′ 58″ langſamer gieng als in London (a), wornach die Rechnung giebt $CP : CE = 188{,}45 : 189{,}45$. Nach der genaueſten Rechnung war die Verzögerung 1′ 58,7″, welches $CP : CE = 187{,}23 : 188{,}23$ giebt.

Die Känntniß von der Ungleichheit der Schwere iſt mit der Lehre von der Figur der Erde allezeit verbunden worden. Diejenigen Aſtronomen, welche die Gradmeſſungen in Peru und Weſterbotnien verrichteten, machten an denſelben Stellen auch Verſuche mit dem Pendul, und damit die Vergleichungen der beobachteten Pendullängen deſto genauer werden mögten, ſo ward die Pariſer Secunden-Pendullänge mit äuſſerſter Sorgfalt erforſchet. Mairan fand ſie durch ſeine vielen und genaueſten Verſuche 440,57 Lin. (b). Bouguer nach ſeiner Zurückkunft 440,58 Lin. (c). Godin beſtimmte ſie nach ſeinen Verſuchen zu $440\frac{1}{2}$ Lin. (d) wie Deshayes und andere. Mit dieſem Maaſſe ſtimmte das, was Delacaille gebraucht, überein, nämlich, daß das Secunden-Pendul ſey 440,55 Lin.

Im Jahr 1737 und folgenden beobachtete Maupertuis mit ein und eben derſelbigen Uhr in Pello unter 66° 48′ Breite, in London und in Paris, wie viele Schwingungen das Uhrpendul wäh-

(a) Trans. Philoſoph. p. 302 ſeq. (b) Mem. Paris 1735.
(c) Fig. de la terre p. 338. (d) Mem. 1735.

während des Umlaufs der Sterne um die Erde verrichtete (e); die Pendullänge blieb unverändert und die Verſuche wurden in einerley Grad Wärme angeſtellt. Dieſe gaben, daß die Uhr in London 7,7″ und in Pello 59,1″ geſchwinder gieng (f). Aus der Vergleichung zwiſchen Paris und Pello findet man CP:CE = 203,24:204,24; aus derjenigen zwiſchen London und Pello 195,04:196,04; und endlich aus der zwiſchen London und Paris 258,4:259,4, welche lezte Vergleichung wegen des geringen Breitenunterſcheides weniger zuverläßig iſt.

Unterdeſſen arbeitete Bouguer mit ſeiner Geſellſchaft in America. Im Jahr 1735 ward die Secundenpendullänge auf der Inſul Goava unter 18° 23′ Breite zu $439\frac{1}{3}$ Lin. von Bouguer, zu $439\frac{3}{8}$ Lin. von Godin, und zu 439,7 Lin. von Condamine beſtimmt (g). Bouguers Verſuche zu Paris und auf Goava geben CP:CE = 163,8:164,8; aber aus Godins Verſuchen folget CP:CE = 173,04:174,04, und wenn Condamines und Mairans Verſuche verglichen werden, ſo giebt die Rechnung CP:CE = 152,70:153,70. In ſelbigem Jahre ward auch das Pendul zu Porto Belo unter 9° 34′ Breite vom Bouguer zu 439,16 Lin. (h) und von Godin zu $439\frac{7}{8}$ Lin. (i) unter 9° 33′ Breite gemeſſen. Erſteres giebt nach der Rechnung CP:CE = 166,1:167,1; lezteres 160,06:161,06. Zu Panama deſſen Breite 8° 35′ ward das Secunden-Pendul von Condamine, Bouguer und Godin zu 439,2 Lin. beſtimmt (k), dieſe Länge giebt CP:CE = 173,90:174,90 in Vergleichung mit Mairans Verſuchen in Paris; mit Bouguers Verſuchen 172,55:173,55; und mit Godins Verſuchen 175,76:176,76. Im Jahr 1740 machte man den Pendulverſuch zu Quito auf 1500 Toiſen über der Meeresfläche gelegen, und deſſen Breite nur 13′ ſüdlich iſt.

 Bouguer

(e) Nov. Comm. Petr. T. VII.
(f) Mem. 1737 et diſcours ſur la par. de la Lune.
(g) Mem. 1735. (h) Fig. de la terre p. 338.
(i) Maup. Parall. de la Lune p. 128. (k) ebend.

Bouguer fand daſelbſt die Pendullänge 438,82 oder 438,83 Lin. (l). Condamines Verſuch gab eben daſſelbe 438,84 Lin. (m); aber Don Juans Verſuch 438,76 Lin. Aus dieſen Verſuchen kann man das rechte Verhältniß zwiſchen der Erdaxe und den Durchmeſſer des Aequators nicht ſchlieſſen; denn im höhern Abſtande von der Erdfläche nimmt die Schwere ab. So beobachtete Bouguer 1734 auf dem Pichincha, daß in der Breite von Quito und 2400 Toiſen hoch das Secundenpendul nur 438,69 Lin. lang ſey (n). Hiedurch wurden Bouguer und Condamine veranlaſſet, nach den Meersſtrand hinab zu reiſen unter 9' ſüdlicher Breite an den Ausfluß der Jama. Bouguer fand daſelbſt 40 Toiſen über der Meeresfläche die Pendullänge 439,07 Lin. (n); aber Condamine 438,93 Lin. (o) Erſteres giebt CP : CE = 164,13 : 165,13; lezteres 150,75 : 151,75.

Condamine ſoll auch in Punta Palmar 2' Breite die Pendullänge 438,96 Lin. gefunden haben, ſo daß CP : CE = 153,85 : 154,85 wird (o).

Don Juan führet auch an, (p) daß er auf ſeiner Rückreiſe 19° 46' Breite zu Guarico oder Cap François die Pendullänge beobachtet und 439,32 Lin. gefunden habe, welche Pendullänge mit der von Mairan zu Paris gefundenen CP : CE = 157,93 : 158,93 giebt.

Im Jahr 1741 ließ der berühmte Prof. Celſius eine aſtronomiſche Uhr für die Upſalſche Sternwarte anſchaffen; ſie ward von Graham in London verfertiget, und dieſer fand, daß die Uhr daſelbſt 2,6'' voreilete während eines Umlaufs der Sterne um die Erde, wenn das Reaumürſche Thermometer 7 Gr. über den Gefrierpunct ſtand. Celſius beobachtete die Voreilung der Uhr zu Upſal für ſelbige Zeit bey eben dem Wärmegrad, und beſtimmte ſie zu 28,4 Sec. (q). Alſo müßte, wenn man für die Breite von

(l) Obſ. Aſtron. p. 248. (m) Bouguer angef. O.
(n) ebendaſ. (o) Maup. Par. de la Lune p. 129.
(p) Obſ. Aſtron. p. 252. (q) Wiſſenſch. Akd. Handl. 1744.

von Upſal 59° 51′½ annimmt, CP : CE = 226 : 227 ſeyn.

Einige Jahre nachher beſtimmte **Jaquier** und **Leſeur** die Länge des Secundenpenduls zu Rom unter 41° 54′ Breite und fanden ſie 39,0974 engl. Zoll (r) und da **Graham** dieſe Länge in London zu 39,126 engl. Zoll angiebt, ſo giebt die Vergleichung CP : CE = 227,65 : 228,65.

Als **Delacaille** ſich 1751 auf dem Vorgebürge der guten Hoffnung aufhielte, fand er unter 33° 55 Breite die Pendullänge 440,07 Lin., und da er ſie zu Paris 440,55 gefunden, ſo muß ſeyn CP : CE = 233,63 : 234,63.

Nachher hat **Lulofs** in Leiden 52° 09′ Breite die Pendullänge 440,71 Linien gefunden, welches, mit 440,57 von Paris verglichen, CP : CE = 178,32 : 179,32 giebt (s).

Endlich hat **Griſchow** 1757 in Rußland mit einer Uhr, deſſen Pendul allezeit in ſeiner Länge unverrückt blieb, Pendulverſuche gemacht. Der Gang des Penduls war in Paris unterſucht, und wenn die pariſiſche Secundenpendullänge zu 440,55 angenommen wird, ſo geben Griſchows Beobachtungen folgende Pendullängen. In Petersburg oder 59° 56′ Br. iſt die Pendullänge 441 Lin., in Reval 59° 26′ Br., 440,93 Lin., in Pernau 58° 26′ Br., 440,92 Lin.; in Dörpt 58° 26′ Br. 440,91 Lin., in Arensberg auf Öſel 58° 16′ Br. 440,88 Lin. (t). Hieraus findet man durch Vergleichung mit Paris aus der Beobachtung von Petersburg CP : CE = 178,35 : 179,35; von Reval, 202,25 : 203,25; von Pernau 189,45 : 190,45; von Dörpt 195,58 : 196,58; von Arensberg 209,01 : 210,01. **Griſchow** hat zugleich dieſe Penduln auf eben die Art abgemeſſen, wie **Mairan**, aber alle dadurch gefundene Secundenpendul gehen von den jezt angeführten ungefähr 0,2 Lin. ab; daher er auf ſeinen gebrauchten Maaßſtab ein Mis-

 trauen

(r) Newton Princ. Phil. Nat. Comment. perpet. illuſtr. p. 115.
(s) Connoiſ. des mouv. cel. 1762.
(t) Nov. Comment. Petrop. T. VII.

trauen ſezt, und befürchtet, daß er auf dem Wege von Paris gekrümmet worden; dies hat auch vor ſeinem Tode nicht berichtiget werden können, und es bleiben ſolchergeſtalt die durch das Maaß gefundene Pendullängen ganz ungewiß, weswegen ſie hier auch weggelaſſen werden.

§. 26.

Unter den im vorhergehenden §. angeführten 25 Berechnungen des Verhältniſſes der Axe der Erde und des Durchmeſſers des Aequators findet man eine groſſe Verſchiedenheit; wenn man daher aus allen das Mittel nimmt, ſo erhält man CP : CE = 185,9 : 186,9. Aber wenn mehr Perſonen an einer und eben derſelben Stelle beobachtet haben, wie in America und die americaniſchen Beobachtungen ziemlich zu einem gröſſern Verhältniß zwiſchen CP und CE einſtimmen, ſo kann man dies Mittel eben nicht ganz der Wahrheit gemäß halten. Man müßte um deswillen zuerſt von denen an einer Stelle gemachten Beobachtungen das Mittel nehmen, und hernach die Mittelverſuche zuſammen bringen, um daraus das Mittel herzuleiten. Dadurch entſtehen 19 Vergleichungen, deren Mittel iſt CP:CE=192,27 : 193,27. Eben ſo könnte man die Beobachtungen nach der Anzahl der Beobachter abtheilen, und zuerſt ein Mittel aus eines jeden Reſultate nehmen, ſo erhält man 11 Mittelreſultate, deren Mittel iſt CP:CE =190,77 : 191,77. Dieſe drey Reſultate zeigen, daß die bey den angeſtellten Pendulverſuchen gebrauchten Methoden einen Unterſcheid in Beſtimmung der Pendullängen verurſachen dürften, denn Campbells Verſuch in Jamaica kommt dieſen Mittelreſultaten nahe, obgleich die Breite faſt eben ſo groß iſt, als auf Goava, woſelbſt die Beobachtungen beſonders von Condamine weit von dem Mittelreſultat abweichen. Man wird durch Bouguers Anmerkung in dieſen Gedanken beſtärket, daß das Secundenpendul zu Paris zu 440,67 Lin. beſtimmt werden

müſſe,

müſſe, wie es würklich im luftleeren Raum gefunden wird. Gleichergeſtalt giebt er das Pendul im luftleeren Raum für Goava 439,47 Lin., für Porto Belo 439,3; für Jama oder am Aequator 439,21 Lin. an. Wenn man mit dieſen Pendullängen die Pariſiſche vergleichet, ſo wird CP:CE = 170,24 : 171,24 für Goava; für Porto Belo 172,23 : 173,23; und für den Aequator 169,82 : 170,82. Dieſe Reſultate nähern ſich alſo oberwähnter Mittelausſchlage, und geben dadurch ſolchen Verſuchen, deren Berechnung mehr mit ſolchem Mittelreſultate übereinkommt, einen gröſſern Grad Glaubwürdigkeit. Um dieſe Meynung zu unterſuchen habe ich unter den Reſultaten der 19 Oerter, diejenigen ausgenommen, da die Verſuche durch unmittelbare Meſſung der Pendullängen angeſtellet waren, es ſind deren neune und das Mittel aus ihnen giebt CP:CE = 178,72 : 179,92; aber die 10 übrigen geben CP:CE = 205,45:206,45. Unter dieſen leztern iſt die Vergleichung zwiſchen Paris und London ſchon im vorigen §. für minder zuverläßig gehalten, und daher iſt es ſicherer, dieſelbe auszuſchlieſſen, aber alsdann wird das rechte Mittel CP:CE = 198,47:199,47. Wenn man eben ſo die Vergleichung zwiſchen Paris und Petersburg anſtellt, ſo findet man CP:CE = 200,97:201,97. Und wenn man die beyden hievon am meiſten abgehenden Reſultate noch wegwirſt, ſo findet man die übrigen ſechs Reſultate ganz einſtimmig und ihr Mittel giebt CP:CE = 199,1:200,1, welches dem, was Delacaille annimmt, ganz nahe kommt, wie es auch §. 23. der Wahrheit ſehr gemäß befunden worden.

Ferner habe ich aus den Reſultaten der 11 Aſtronomen das Mittel von den ſieben genommen, die die Pendullänge durch unmittelbare Meſſung gefunden. Dies giebt CP:CE = 184,45 : 185,45, daß alſo eine genauere Unterſuchung der Verſuche auf eine geringere Abflachung der Erde zu führen ſcheint, als die americaniſchen Verſuche alleine angeben. Wenn man das Mittel von den Reſultaten der vier Aſtronomen nimmt, die mit unver-

änderlichen Penduln beobachtet haben, ſo findet man CP:CE = 201,83:202,83, welches dem Mittel, ſo aus den Gradmeſſungen §. 23 ausgerechnet worden, ſo nahe kommt, daß man über eine ſo genaue Uebereinſtimmung in Verwunderung gerathen muß (a). Wenn man CP:CE = 199:200 annimmt, und mit der für Paris ausgemachten Pendullänge 440,57 Lin. die Pendullänge für die andern Breiten ſucht, ſo findet man die Fehler in den angeſtellten Verſuchen, wie ſie hier folgen.

Oerter.	Breite	Beobachter	Fehler
Punta, Palm.	0°02′	Condamine	− 0,313 Fr. Lin.
Jama	0 09	Bouguer	− 0,203
		Condamine	− 0,273
Panama	8 35	Bouguer, Godin und Condamine	− 0,173
Porto Belo	9 34	Bouguer	− 0,224
		Godin	− 0,305
Goava	18 27	Condamine	− 0,311
		Bouguer	− 0,211
		Godin	− 0,169
Guarico	19 46	Don Juan	− 0,255
Cap	33 55	Delacaille	+ 0,062
London	51 31	Maupertuis	+ 0,013
Leyden	52 09	Lulofs	+ 0,007
Arensberg	58 16	Griſchow	− 1,038
Dörpt	58 26	- -	− 0,013
Pernau	58 26	- -	− 0,003
Reval	59 26	- -	− 0,028
Petersburg	59 56	- -	+ 0,026
Pello	66 48	Maupertuis	− 0,020
Jamaica	18 00	Campbell	− 0,082
Rom	41 54	Jacquier	+ 0,046
Upſala	59 51½	Celſius	− 0,036

Dieſe

(a) Vergleiche hiemit Wiſſenſch. Acad. Handl. für 1767 im zweyten und dritten Quartal.

Dieſe Ungleichheiten können noch nicht ins Licht geſetzt werden, wenn die americaniſchen Verſuche für unzweifelhaft angeſehen werden ſollen, welches man doch wegen ihrer groſſen Uneinigkeit unter einander nicht wohl zugeben kann.

§. 28.

Nachdem nun abgemacht iſt, daß das Verhältniß der Erdaxe zum Durchmeſſer des Aequators ſehr nahe wie 199 zu 200 ſey, ſo wird nun die Gröſſe der Axe nach der Formul $CP = \frac{AD.CE \, coſv^3}{CP}$ §. 21. ausgerechnet, und man findet durch ein Mittel aus fünf Gradmeſſungen, welche §. 22. 23. gebraucht worden, daß die halbe Axe der Erde 595,1994 ſchw. Meilen und der Halbmeſſer des Aequators 598,1902 ſchw. Meilen ſey. Alſo iſt die ganze Erdaxe 1190,3988 ſchw. Meilen und der Durchmeſſer des Aequators 1196,3804 ſchw. Meilen; und in Faden iſt die Erdaxe 7142392,8 oder 42854356,8 ſchw. Fuß, und der Durchmeſſer des Aequators 7178282,4 ſchw. Faden oder 43069694,4 ſchw. Fuß. Man kann auch die Gröſſe eines Grades in jedem beliebigen Parallel ausrechnen; denn wenn die Breite in A (Fig. 17) = Z iſt, ſo iſt der Halbmeſſer des Parallels $= CL = \frac{CE \, coſz}{coſv}$ und alſo 113 : $\frac{355}{180} = \frac{CE \, coſz}{coſv}$: einen Grad in dem Parallel, der durch A gehet. Die Gröſſe von einem Grad der Parallele iſt für jeden fünften Grad Breite nach ſchwediſchem Maaſſe in Faden und Meilen, wie folgende Tabelle zeiget:

Breite	EinGrad in ſchw. Faden	EinGrad in ſchw. Meil.	Eine Min. in Faden.	Eine Sec. in Faden.
0°	62642,3	10,4404	1044,04	17,401(a)
5	62406,3	10,4010	1040,10	17,335
10	61699,9	10,2833	1028,33	17,139
15	60528,0	10,0880	1008,80	16,813
20	58898,9	9,8165	981,65	16,361
25	56823,2	9,4705	947,05	15,784
30	54317,6	9,0720	907,20	15,120
35	51398,0	8,5663	856,63	14,277
40	48086,0	8,0143	801,43	13,357
45	44405,7	7,4009	740,09	12,325
50	40384,1	6,7307	673,07	11,218
55	36051,2	6,0085	600,85	10,014
60	31439,0	5,2398	523,98	8,733
65	26582,9	4,4305	443,05	7,384
70	21519,9	3,5866	358,66	5,978
75	16289,0	2,7148	271,48	4,525
80	10930,7	1,8213	182,18	3,035
85	5486,9	0,9145	91,45	1,524

Ob ſolchergeſtalt gleich die Parallelkreiſe leicht auf der Erde gefunden werden können, ſo wird es doch beſchwerlicher die übrigen Merkwürdigkeiten in Anſehung der Gröſſe der Erde zu beſtimmen. Wenn man nämlich von dem Mittelpuncte der Erde Halbmeſſer wie

(a) In der Schiffarth wird eine Art Meilen gebraucht, welche man Minuten nennet, und welche einem Bogen des Aequators von einer Minute gleich ſeyn müſſen; eine ſolche Minute muß alſo 1044,04 ſchwed. Faden halten oder 6264,23 ſchwed. Fuß. Eine ſolche Minute theilet man in 120 gleiche Theile, deren jeder 52,202 ſchw. Fuß iſt, und miſſet auf der Loglinie ſo groſſe Theile ab. Man nennet einen ſolchen Theil einen Knop und ſie dienen dazu die Fahrt oder Geſchwindigkeit des Schiffes in 30 Zeitſecunden zu finden, und daraus kann man gleich ſchlieſſen, wie viel Meilen das Schiff in einer Stunde ſegelt. Dieſe Meilenzahl nimmt man dann auf dem Maaßſtabe der Seecharte, und trägt ſie von der in derſelben bekannten Stelle des Schiffs nach der Richtung, darin das Schiff gehet, ſo erhält man die Stelle, wo das Schiff nach einer oder mehr Stunden ſeyn wird, in der Länge und Breite.

wie AC (F. 19) ziehet, ſo werden ſelbige an Orten von verſchiedener Breite ungleich groß und nehmen ab oder werden kleiner, wenn die Breite wächſet oder zunimmt. Es ſey nun der Kreishalbmeſſer r, und $z = AGE$, ſo iſt $GL : CL = \cot z : \tang CAL$; aber $GL : CL = CP^2 : CE^2$ (§. 21); alſo wird $\tang CAL = \frac{CE^2 \cot z}{CP^2}$, und ſolchergeſtalt CAL nebſt dem Winkel CAG, den CA mit GA oder der Lothlinie macht, bekannt. Nun iſt weiter $\tang CAL : \sec. CAL = \sin CAL : r = CL : CA$, und $CL = \frac{CE \cos z}{\cos v}$; alſo findet man $CA = \frac{r . CE \cos z}{\cos v \sin CAL}$. Hiernach wird der Winkel CAG und der Halbmeſſer CA für jede beliebige Breite, wie in nachſtehender Tabelle berechnet.

Breite.	Winkel CAG.	CA in ſchw. Meil.	CA in ſchw. Fad.
0	0′ 0″	598,1902	3589141,2
5	2 59 9	598,1676	3589005,6
10	5 52 0	598,1010	3588606,0
15	8 34 7	597,9921	3587951,6
20	11 02 0	597,8440	3587064,0
25	13 09 5	597,6614	3585968,4
30	14 53 1	597,4491	3584694,6
35	16 09 9	597,2143	3583285,8
40	16 57 6	596,9633	3581779,8
45	17 13 9	596,7036	3580421,6
50	16 59 9	596,4440	3578664,0
55	16 13 2	596,1889	3577133,4
60	14 57 6	595,9537	3575722,2
65	13 14 6	595,7388	3574432,8
70	11 07 1	595,5527	3573316,2
75	8 39 2	595,4019	3572411,4
80	5 55 3	595,3904	3572342,4
85	3 00 4	595,2221	3571332,6
90	0 00 0	595,1994	3571190,4

Der Winkel CAG iſt am größten, wenn $\text{tang } z = \frac{CE}{CP}$ oder wenn $Z = 45° \, 08' \, 37''$ iſt, und denn findet man $CAG = 17' \, 14''$; aber CA iſt 596,6979 ſchw. Meilen oder 3580187,4 ſchw. Faden.

Nachher hat man zuförderſt den Umkreis der Erde, das iſt, die Länge eines Meridian um die ganze Erde zu ſuchen. Aber wenn die Erde keine Kugel iſt, ſo iſt dieſer Umkreis ungleich gekrümmt und die Grade ungleich groß unter einander §. 21. daher muß ihr Verhältniß ausgerechnet werden. Solches kann nach der Formul $AD = \frac{r^3 . CP^2}{CE . coſv^3}$ geſchehen. Denn AD iſt der Krümmungshalbmeſſer, nach welchen die Gröſſe des Grades auf eben die Art beſtimmt wird, wie oben die Grade der Parallele durch die Gröſſe ihrer Halbmeſſer ausgerechnet wurden. Weitläuftigkeit zu vermeiden, ſetzen wir hier die Meridiangrade blos für jeden fünften Grad Breite her.

	Gradgröſſe	
Breite	in ſchw. Meilen	in ſchw. Faden
0	10,3362	62017,2
5	10,3374	62024,4
10	10,3409	62045,4
15	10,3466	62079,6
20	10,3544	62126,4
25	10,3639	62183,4
30	10,3750	62250,0
35	10,3873	62323,8
40	10,4005	62403,0
45	10,4141	62484,6
50	10,4272	62563,2
55	10,4410	62646,0
60	10,4533	62719,8

Breite	Gradgröſſe in ſchw. Meilen	Gradgröſſe in ſchw. Faden
65	10,4646	62787,6
70	10,4743	62845,8
75	10,4822	62893,2
80	10,4891	62934,6
85	10,49165	62949,9
90	10,49285	62957,1

Aus dieſen Berechnungen kann man keineswegs den Umkreis der Erde in einem Meridian finden. Wenn man es damit genug ſeyn laſſen wollte, nur jeden fünften Grad zu berechnen, und dann annehmen, daß allezeit die zween an beyden Seiten liegende angränzende Grade eben ſo groß, als der mittlere wären, ſo könnte der Fehler ungefähr auf $9\frac{1}{8}$ ſchw. Meilen in Beſtimmung des Umkreiſes ſteigen. Will man eine mathematiſche Genauigkeit ſuchen, ſo muß man der Methode folgen, die nun erkläret werden ſoll. Man nenne $Aa = ds$ (Fig. 16) die Breite in $A = z$; $CE \sin v = \sin z . \sqrt{CE^2 - CP^2}$, wie §. 21; man ziehe al parallel mit AL, und nehme $CE \tan y = CP \tan z$, ſo wird $CE^2 \sin v^2 = CE^2 \sin z^2 - CP^2 \sin z^2$ oder $CE^2 \cos v^2 = CE^2 \cos z^2 + CP^2 \sin z^2$; und daher $\frac{CE^2 \cos v^2}{\cos z^2} = CE^2 + \frac{CE^2 \sin y^2}{\cos y^2}$, das iſt, $\cos v = \frac{r \cos z}{\cos y}$. Aber $CL = \frac{CE \cos z}{\cos v}$, daher $CL = \frac{CE \cos y}{r}$. Alſo wird $Ll = -\frac{CE}{r^2} dy \sin y$. Aber es iſt $Ll : Aa = \sin z : r$, alſo wird $Aa = \frac{r . Ll}{\sin z} = -\frac{CE\, dy \sin y}{r \sin z}$ und weil $\frac{CE \sin y}{\cos y} = \frac{CP \sin z}{\cos z}$, ſo iſt $CE^2 \sin y^2 (r^2 - \sin z^2) = CP \sin z^2 \cos y^2$

oder $CE^2 \sin y^2 = \frac{\sin z^2}{r^2}(CE^2 \sin y^2 + CP^2 \cos y^2) = \frac{\sin z^2}{r^2}(r^2 CE^2 - \cos y^2)(CE^2 - CP^2)$. Das iſt, $\frac{CE \sin y}{\sin z}$ $= \sqrt{(CE^2 - (CE^2 - CP^2)\frac{\cos y^2}{r^2})}$ und $Aa = \frac{CE dy}{r^2}$ $\sqrt{(r^2 - \cos y^2 \frac{CE^2 - CP^2}{CE^2})}$. Wenn man dieſe Gröſſe, wie in Newtons Quadratura curuarum und in den Wiſſenſch. Acad. Handl. gelehret wird, (b) integriret, ſo erhält man eine ſtark convergirende Reihe, und wenn man $z =$ der Peripherie p ſetzt, deren Halbmeſſer $= r$ iſt, ſo wird der Umkreis des Meridians =

$$\frac{CE.p}{r}\left(1 - \tfrac{1}{2}.\tfrac{1}{2}.\frac{CE^2 - CP^2}{CE^2} - \tfrac{1}{8}.\tfrac{3}{8}.\frac{CE^2 - CP^2}{CE^4} - \tfrac{1}{16}.\tfrac{5}{16}.\frac{CE^2 - CP^2}{CE^6} \text{ etc.}\right)$$

In dieſer Rechnung gebraucht man nicht mehr, als die drey erſten Glieder, welche den Umkreis des Meridians bis auf ein Tau-

(b) Wenn $\frac{CE^2 - CP^2}{CE^2} = \frac{r^2}{n^2}$ iſt, ſo wird $Aa =$ $\frac{CE.dy}{r}\left(1 - \tfrac{1}{2}.\frac{\cos y^2}{n^2} - \tfrac{1}{8}:\frac{\cos y^4}{n^4} - \tfrac{1}{16}.\frac{\cos y^6}{n^6} - \tfrac{5}{128}.\frac{\cos y^8}{n^8} \text{ etc.}\right)$ Das Integral von $dy \cos y^m$ wird, wenn $y = p$ iſt, nach den angeführten Stellen gefunden $\frac{1.3.5 \ldots . m-1}{1.2.4 \ldots . m}$ $.\, p r^m$, wenn m eine grade Zahl iſt.

Tauſendtheil einer ſchwed. Meile beſtimmen, und man erhält für dieſen Umkreis 3739,717 ſchw. Meilen.

Um den Inhalt eines Meridians zu finden, muß man wiſſen, daß CE ſich zu CP verhalte wie ein Kreis, deſſen Halbmeſſer CE iſt, zum Inhalt des Meridians. Aber der Inhalt eines ſolchen Kreiſes iſt $= \frac{355 . CE^2}{113}$, alſo wird der Inhalt eines Meridians $= \frac{333 . CP . CE}{113} = 1118539{,}5$ ſchwed. Quadratmeilen. Nach dieſen Gründen könnte man ſowohl den Umkreis auf der Erdoberfläche, als den eingeſchloſſenen Innhalt finden, wenn eine Ebene die Erde durch den Mittelpunct ſchneidet und nicht durch die Axe gehet. Denn dieſe Durchſchnitte geben ebenfals Ellipſen, deren gröſſere und kleinere Axen man leicht aus der Neigung der ſchneidenden Ebenen gegen die Erdaxe findet; und eben ſo könnte man die Umkreiſe andrer ſchneidenden Ebenen auf der Erdoberfläche und ihren Inhalt finden, aber der Nutzen davon ſcheinet nicht ſo groß zu ſeyn, daß man ſich dabey länger aufhalten darf.

Es iſt noch übrig den Inhalt der ganzen Erdoberfläche, und den Cubicraum des ganzen Erdcörpers zu finden. Erſteres findet man ſo: weil $r : p = CL : \frac{p . CL}{r}$, ſo iſt $\frac{p . CL}{r} =$ dem Parallel durch A, und $\frac{Aa . p . CL}{r}$ ein Differential der Erdoberfläche bey A. Aber es iſt $- Aa = \frac{CE . dy \sin y}{r \sin z} = \frac{CE dy \cos y}{r . \cos z} = \frac{CE . dy}{\cos v}$ und alſo $- Aa . CL = \frac{CE^2 dy \cos z}{\cos v^2}$. Auſſerdem iſt $dy = \frac{CP . dz}{CE} . \frac{\cos y^2}{\cos z^2} = \frac{CP}{CE} . \frac{r^2 dz}{\cos v^2}$ und $dz = \frac{CE . dv}{\sqrt{(CE^2 - CP^2)}} . \frac{\cos v}{\cos z}$. Daher wird $- Aa . CL$

$=$

$= \frac{CP.CE^2}{\sqrt{(CE^2-CP^2)}} \cdot \frac{r^2 dv}{\cos v^3}$ = dem Differential der Erdoberfläche bey A, welches durch die Lehrſätze in der Wiſſenſch. Acad. Handl. 1758 integriret wird. Nämlich $\int \frac{rdv}{\cos v^3} = \frac{\sin v}{2\cos v^2} + \frac{1}{2}\int \frac{dv}{r\cos v} = \frac{\sin v}{2\cos v^2} + \frac{1}{2r} \cdot \log\left(\frac{r+\sin v}{\cos v}\right)$ und alſo die Oberfläche, welche von dem Bogen PA um CP herum entſtehet $= \frac{CP.CE^2.p}{2r\sqrt{(CE^2-CP^2)}}\left(\frac{r\sin v}{\cos v^2} + l\frac{\tan(45° + \frac{1}{2}v)}{r}\right)$ Wenn man nun $z = 90°$ nimmt, ſo wird $v = 2° \, 51' \, 57,5''$ oder $\sin v = \frac{r.\sqrt{(CE^2-CP^2)}}{CE}$ und das Integral iſt der Wehrt für die halbe Erdoberfläche. Man findet dieſen Wehrt 4045822,122 Quadr. Meilen. Was endlich den Cubic Inhalt der Erde betrift, ſo hat man zu bemerken; wenn der Kreis PFB*pb*P ſich um P*p* drehet, und eine Kugel formiret, (Fig. 9) und wenn die Ellipſe PGE*pe*P ſich um ihre kleine Axe P*p* drehet und eine Ellipſoide hervorbringt, ſo werden ſich die Kreiſe, deren Halbmeſſer CB und CE ſind, wie die Quadrate der Halbmeſſer, das iſt, wie CB^2 zu CE^2 verhalten. Aus eben dem Grunde werden ſich die Kreiſe, deren Halbmeſſer DF und DG ſind, verhalten, wie $DF^2 : DG^2$. (Eucl. 12 B. S. 2.) Es iſt aber $CB : CE = DF : DG$, alſo $CB^2 : CE^2 = DF^2 : DG^2 = CB^2 + DF^2 : CE^2 + DG^2$, woraus folget, daß die ganze Sphäre ſich zur ganzen Ellipſoide ſey, wie $CB^2 : CE^2$. Das iſt, eine Kugel, deren Durchmeſſer die Erdaxe iſt, verhält ſich zum Cubic-Inhalt des Erdcörpers, wie das Quadrat der halben Erdaxe zum Quadrat des Halbmeſſers des Aequators. Daraus findet man, daß der Cubic-Inhalt des Erdcörpers ungefähr 892060600 ſchwed. Cub. Meilen ausmache.

Solchergeſtalt iſt nun die Gröſſe der Erde nach allen Dimenſionen, ſo weit die oben aufgezählten Beobachtungen es mitbringen,

bringen, beſtimmt. In Betracht der Sorgfalt, mit welcher ſie angeſtellt ſind, iſt es ausgemacht, daß die jezt aufgeführten Gröſſen der Wahrheit ſehr nahe kommen müſſen.

Fünftes Capitel.

Von der Bewegung der Erde um die Sonne.

§. 29.

Nachdem §. 9 an Hand geleget worden, daß die Erde ſich täglich einmahl um ihre Axe drehet, und daſſelbe §. 15. beſtärket und bewieſen worden, ſo kann es nicht weiter wunderlich ſcheinen, daß die Erde noch andre Bewegungen hat, deren nähere Känntniß nützlich iſt. Wenn ein Beobachter während einer ganzen Umdrehung der Erde den Himmel betrachtet, ſo findet er, daß nach und nach alle Sterne durch ſeine Mittagsebene gegangen ſind. Laſſet uns ſetzen, daß er eine Uhr habe, welche 12 weiſet, wenn die Sonne im Meridian ſtehet, und darauf mit gleichförmiger Bewegung zweymahl 12 Stunden und ihre Minuten und Secunden angiebt bis die Sonne ſich aufs neue in der Mittagsebene zeiget, ſo kann er für einen gewiſſen Stern die Zeit aufzeichnen, in welcher er bey dieſer Umdrehung durch den Meridian gegangen iſt; wenn er dies aber bey der nächſten Umdrehung der Erde wiederholet, ſo kommt der Stern beynahe 4 Minuten eher in die Mittagsebene, als das erſte mahl; und eben das geſchiehet bey jeder folgenden Umdrehung der Erde, ſo lange der Stern noch des Sonnenlichts wegen geſehen werden kann. Mit jedem andern Stern verhält es ſich auf ſelbige Art, ſo daß es ſcheinet,

der ganze Himmel eile der Sonne ungefähr um einen Grad nach, (welches mit 4 Zeitminuten übereinkommt) in der Zeit, daß die Sonne einmahl herumläuft, oder, daß die Sonne in ſolcher Zeit einen eben ſo groſſen Bogen den Sternen entgegen gegangen.

Es iſt merkwürdig, daß nur allein die leztere Meynung angenommen worden, ob ſie gleich beyde die beſchriebene Erſcheinung erklären können; denn man ſahe, daß es ſchicklicher ſey, die Bewegung der Sonne zu glauben, als daß alle Sterne darin übereinkommen ſollten, der Sonne nachzulaufen, ohne ihre Lage gegen einander zu ändern. Wenn man doch auf gleiche Art von der ſcheinbaren täglichen Bewegung der Sterne um die Erde gedacht hätte! Aber die Gelehrten waren von dem Vorurtheil eingenommen, daß die Erde ſtille ſtehe, und die Sonne ſich bewege, daher fuſſeten ſie in ihren Meynungen auf entgegengeſetzten Gründen, und man ſahe nicht, oder wollte nicht ſehen, wie wenig glaublich die Umdrehung der himmliſchen Sphäre in vier und zwanzig Stunden ſeyn müſte, wenn man in der Sternkunde die Bewegung der Sonne grade gegen die tägliche Bewegung der Sphäre annahm. Man ſieht hier eine gewöhnliche Würkung vorgefaßter Meynungen in der Naturkunde; gleiche Erſcheinungen werden auf entgegengeſetzte Art erkläret, ob man gleich beſtändig erfähret, daß die Cörper einander gleichen und die Natur allezeit einfältig zu Werke gehet.

Die Bemerkung der ſcheinbaren Bewegung der Sonne, die eben beſchrieben worden, iſt der Anfang zur Sternkunde geweſen. Die Sonne beweget ſich dem Anſehen nach immer weiter, und vollbringet in einer gewiſſen Zeit ihren ganzen Umlauf. In ſelbiger Zeit verändert ſich auch die Witterung in Kälte und Wärme, Näſſe und Dürre. Dieſe Veränderung kommt meiſtens auf gleiche Art bey jedem Umlauf der Sonne wieder, und gehet ihre ganze Abwechſelung während eines Umlaufs der Sonne durch. Eine ſolche Merkwürdigkeit, die mit der Erndte von Früchten

und

und Gewächſen auf Erden genau verbunden war, machte die ſcheinbare Bewegung der Sonne ſchon in den allerälteſten Zeiten wichtig, um in Acht genommen zu werden, und man nannte die Zeit eines ganzen Umlaufs der Sonne ein Jahr. Man glaubte anfänglich, daß ein ſolches Jahr 360 Tage enthielte, welche von den Sternkundigen aſtronomiſche Tage genannt werden, und dadurch von der gewöhnlichen Bedeutung des Worts Tag unterſchieden werden, welches die Zeit bedeutet, da es von dem Sonnenſchein klar und hell iſt, wie im Gegentheil durch Nacht die Zeit verſtanden wird, da man den Schein der Sonne vermiſſet, und es dadurch dunkel iſt. Der aſtronomiſche Tag oder vier und zwanzig Stunden, macht alſo einen Tag und eine Nacht in der leztern Bedeutung aus. Man hielte dafür, daß die Sonne ſich in ſolcher Zeit einen Grad bewege; aber genauere Verſuche entdeckten, daß der ganze Umlauf der Sonne mehr als 360 Tage ausmachte und an 365 Tage gienge. Nach langen Beobachtungen ward ihr Umlauf auf 365 Tage 6 Stunden beſtimmt. Die eigentliche Periode iſt nicht ehe als am Ende des ſechszehnten Jahrhunderts beſtimmt, wie in der Folge angeführet werden ſoll.

§. 30.

Die Sonne war ein gar zu wichtiges Zeichen, um die tägliche Bewegung darnach zu rechnen, und die Zeit, welche von da an, daß die Sonne in der Mittagsebene ſtehet, bis dahin verläuft, daß ſie wieder dahin kommt, ward anfänglich für ein Maaß der Zeit und für eine Periode der Umdrehung der himmliſchen Sphäre gehalten. Als man aber fand, daß die Sonne ihre Lage unter den Sternen ändere, ſo ſchloß man, daß die tägliche Bewegung der Erde damit nicht für gleich, ſondern für geſchwinder gehalten werden müſſe, als der ſcheinbare Umlauf der Sonne, das iſt, daß die Umdrehung der Erde ein wenig kürzer ſey, als der im Gebrauch angenommene Tag. Die Aſtronomen

nennen die Zeit der Umdrehung der Erde einen Sterntag, welcher wohl von dem aſtronomiſchen Tage unterſchieden werden muß.

Die Umdrehung der Erde iſt beſtändig gleich und gleichförmig, ſo daß die Zeit zwiſchen dem Durchgange jeder zween Sterne allezeit in einem gewiſſen Verhältniſſe gegen den ganzen Sterntag ſtehet; wenigſtens kann man aus allen angeſtellten Beobachtungen hierin keine Ungleichheit entdecken. Aber die aſtronomiſchen Tage ſind nicht gleich groß, ſondern verändern ſich das ganze Jahr durch, ſo daß man zugeben muß, daß die ſcheinbare Bewegung der Sonne ungleich iſt. Ehe wir dies entwickeln können, muß die ſcheinbare Bewegung der Sonne weiter beobachtet werden. Es ſey die Sonne in S (Fig. 20) und laſſet uns ſetzen, daß die Erde in dem Kreiſe ABCD um den Mittelpunct der Sonne S herum laufe; wenn nun die Erde in A iſt, ſo muß die Sonne in der Linie AS erſcheinen, die an dem Sternhimmel durch das Punct a gehet; wenn die Erde nach B kommt, erſcheinet die Sonne in b, und in c und d, wenn die Erde in C und D anlanget; aber wenn die Erde nach A zurück kommt, wird die Sonne wieder wie vorher in a geſehen. Eben ſo ſiehet man in jedem Puncte des Kreiſes ABCD die Sonne in einem correſpondirenden Puncte des Kreiſes abcd an dem Sternhimmel.

Man würde eben daſſelbe bemerket haben, wenn die Erde in S ſtille läge, und die Sonne in C ſich durch den Kreis CDABC zu bewegen anfienge, alſo kommt es darauf an, entweder die wahrſcheinlichſte Meynung auszuſuchen, oder durch andre Verſuche zu erforſchen, welche davon würklich ſtat findet. Die Aſtronomen glauben gegenwärtig allgemein, daß die Erde ſich um die Sonne bewege, und wir müſſen unten ihre verſchiedene Gründe davon anbringen, welche hier anzuführen die Ordnung nicht verſtattet.

Wenn

Wenn ſich die Erde in einer kürzern Zeit durch den Bogen AB als durch den folgenden Bogen BC beweget, ſo ſcheint es auch, daß die Sonne geſchwinder von *a* nach *b*, als von *b* nach *c* gehet. So wird die ungleiche ſcheinbare Bewegung der Sonne von dem ungleichen Gange der Erde hergeleitet. Man hat gefunden, daß die Sonne gröſſer ſcheinet, wenn die Erde geſchwinder gehet, das iſt, daß die Erde dann der Sonne näher ſeyn muß, und daß die Sonne weiter von der Erde entfernet iſt, wenn die Bewegung langſamer iſt. Um dies zu erklären, ſtelleten ſich Sternkundige vor, daß der Gang der Erde wohl in einem Kreiſe, wie ABCD, geſchehe, (Fig. 21) aber daß die Sonne nicht in dem Mittelpuncte E, ſondern in S liege, und ſie nannten ES die Eccentricität. Der Durchmeſſer AESC ward die Abſidenlinie, das Punct A das Aphelium oder höchſte Apſide, als das entfernteſte, und C das Perihelium oder niedrigſte und nächſte Apſide genannt. Man glaubte, daß die Bewegung der Erde in dem Kreiſe ABCD gleichförmig ſey, ſo daß die in gleichen Zeiten durchgelaufene Bogen Aα, Cγ auch gleich groß wären; wodurch die Winkel bey S ungleich zu ſeyn ſcheinen, wegen der Veränderung in der Gröſſe des Abſtandes. Alles dies trift doch nicht mit den Beobachtungen überein, ſondern Kepler ward daraus überzeugt, daß der Weg der Erde eine Ellipſe ſey, eine im vorhergehenden beſchriebene Linie, §. 14. und deren Kenntniß ſo nützlich iſt, die Figur und Gröſſe der Erde auszumachen.

§. 31.

Von den älteſten Zeiten an, da man anfieng die Bewegung der Erde zu beobachten, iſt der Gedanke allgemein geweſen, daß die Sonne oder vielmehr ihr Mittelpunct allezeit in einer und eben derſelben Ebene, welche durch der Erde Mittelpunct gehet, zu liegen ſchien, denn man konnte keine Abweichung davon entdecken. Daraus folget, daß die Erde ſich in einer Ebene bewege, das iſt,

 daß

daß der Erde Mittelpunct eine Ellipſe beſchreibet, deren Ebene durch den Mittelpunct der Sonne gehet. Alle Beobachtungen bezeugen eben daſſelbe, ungeachtet viel mehrere Erſcheinungen von den Würkungen der übrigen Himmelscörper auf die Erde ſich dabey entdecken. Die Ebene, in welcher die Erde ſich beweget, heiſſet die Ebene der Ecliptik. Und es kommt nunmehr darauf an, die Lage dieſer Ebene, und ſelbſt die Art der Ellipſe, ihre Lage und Gröſſe, zu finden.

Es ſey AEFD (Fig. 22) die halbe Ellipſe, welche die Erde durchläuft; AD ihre gröſſere und CE ihre kleinere Axe; aus C ſey der Kreis ABGD beſchrieben, und mit ſelbigem Halbmeſſer aus E der Kreis SKR, welcher AD in S und R ſchneidet, denn heiſſen S und R die Brennpuncte der Ellipſe. Verſuche haben gelehret, daß die Sonne in einem derſelben, als in S ſtehe. Das Punct A behält alſo den Nahmen Sonnennähe und D den Nahmen Sonnenferne, SC Eccentricität, und SE, welche mit CA gleiche Gröſſe hat, heiſſet der Mittelabſtand. Dieſe Brennpuncte haben die Eigenſchaft, daß, wenn man von einem Puncte SF und FR ziehet, dann $FS + FR = AD$ ſey. Denn wenn FH ſenkrecht auf AD ſtehet, ſo iſt $FS^2 = FH^2 + SH^2$; aber $SH^2 = SC^2 + 2SC.CH + CH^2$ (Eucl. B. 2. S. 4) und $FH^2 = CE^2$

$$. \frac{CA^2 - CH^2}{CA^2} \text{ (§. 14. A. a) } = CE^2 - \frac{CE^2 . CH^2}{CA^2};$$

daher wird $FS^2 = SC^2 + CE^2 + 2SC.CH + CH^2 . \frac{CA^2 - CE^2}{CA^2}$

Und weil $SC^2 + CE^2 = CA^2$ und $CA^2 - CE^2 = CS^2$, (Eucl. B. 1. S. 47) ſo iſt $FS^2 = CA^2 + 2CS.CH + \frac{CS^2 . CH^2}{CA^2}$; alſo müſſen die Seiten dieſer Quadrate gleich groß oder $FS = CA + \frac{CS.CH}{CA}$ ſeyn. Auf gleiche Art wird bewieſen, daß $FR =$

CA−

$CA - \frac{CS.CH}{CA}$ ſey, woraus folget, daß $FS + FR = 2CA$ ſey (a). Man ſiehet hieraus, daß SF am gröſten iſt, und $= CA + SC$, wenn $CH = CA$ iſt, welches man auch daraus erkennet, weil alsdann F in D fällt. Eben ſo wird $SF = CA - SC$, wenn F in A fällt. Wenn F in E trift, ſo verſchwindet CH und es wird $SF = CA$. Es iſt alſo augenſcheinlich, daß der Abſtand SF am gröſten iſt, wenn die Erde in D in der Sonnenferne ſtehet. Dieſer Abſtand nimmt ab, wie $\frac{SC.HC}{CA}$, wenn die Erde von D nach E durch F gehet, wo der Abſtand der Erde von der Sonne $SE = CA$ iſt; er nimmt dann noch weiter ab, wenn H auf der andern Seite von C fällt, und die Gröſſe $\frac{CH.SC}{CA}$, welche da von CA abgezogen werden muß, anwächſet; und wird am kleinſten, wenn die Erde in der Sonnennähe in A ankommt.

Wenn man die Axe und Eccentricität kennet, ſo iſt die Art der Ellipſe gegeben. Denn wenn CA gegeben iſt, ſo findet man CE aus CS, weil $CE^2 = CA^2 - CS^2$. Wenn CA zwar unbekannt, aber das Verhältniß zwiſchen CA und CS gegeben iſt, ſo wird auf eben die Art das Verhältniß zwiſchen CA und CE gegeben; man darf denn nur CA durch eine Zahl, wie 1,000000, ausdrücken. Deswegen haben die Aſtronomen mit vieler Sorgfalt in der Ellipſe, welche die Erde um der Sonne beſchreibet, das Verhältniß zwiſchen CA und CS zu beſtimmen geſuchet.

Es ſey die Sonne in S (Fig. 23) und der Abſtand der Erde in der Sonnenferne gleich mit DS, und in der Sonnähe gleich mit AS; man ziehe von D und A an der Sonnenſcheibe die Tangenten Ds und Ar; ſo muß der Sonnenhalbmeſſer in D unter dem Winkel

(a) Wenn $CE^2 = AS.SD = AR.RD = CA^2 - CS^2$ und GH ſenkrecht auf AD iſt, auch $SF + FR = 2CA$, ſo iſt F in der Ellipſe AED; denn wenn die Ellipſe AED die Linie FH in irgend einem andern Puncte I ſchneidet, ſo müſte $IS + IR = 2CA = SF + FR$ ſeyn, welches unmöglich iſt (Eucl. B. 1. S. 7.)

Winkel SDs, und in A unter dem Winkel SAr geſehen werden (b). Nun iſt $SA:Sr = rad : \sin SAr$ und $SD:Ss = rad : \sin SDs$; und da $Sr = Ss$, ſo wird $AS:SD = \sin SDs : \sin SAr$ oder $AD:AS = \sin SAr + \sin SDs : \sin SDs$. Es iſt aber $\sin SDs + \sin SAr = \frac{2 \sin \frac{1}{2}(SDs + SAr)}{rad} \times \cos \frac{1}{2}(SAr - SDs)$ (c); daher muß $\sin \frac{1}{2}(SDs + SAr) . \cos \frac{1}{2}(SAr - SDs) : rad . \sin SDs = \frac{1}{2}AD : AS$ ſeyn. Wenn man alſo das Verhältniß zwiſchen $AC = \frac{1}{2}AD$ und AS (Fig. 22) ausrechnen will, ſo muß man die Winkel beſtimmen, unter welchen der Halbmeſſer der Sonne geſehen wird, wenn ſie in der Apſidenlinie ſtehet. Die Aſtronomen haben beobachtet, daß der Winkel SDs (Fig. 23) $31' \, 30''\frac{1}{2}$ und $SAr = 32' \, 35{,}3''$ ſey. Hieraus giebt die Rechnung, daß $AC:AS = 1 : 0{,}983151$ und $AC:CS = 1 : 0{,}016849$ und $AC:CE = 1 : 0{,}999858$ ſey.

So iſt nun bekannt, von welcher Art die Ellipſe iſt, welche die Erde um die Sonne beſchreibet, und daß ſie von einem Kreiſe nicht viel unterſchieden iſt; aber die Lage dieſer Ebene, in welcher der Erde Mittelpunct dieſe Ellipſe beſchreibet, kann nicht ehe beſchrieben werden, bis die Eintheilung der himmliſchen Sphäre erkläret worden. Unterdeſſen ſiehet man ſchon, daß man durch die Beobachtungen des Sonnendurchmeſſers die Lage der Apſidenlinie entdecken könne. Denn wenn der ſcheinbare Durchmeſſer der Sonne am kleinſten iſt, ſo iſt die Erde in der Sonnenferne; aber wenn er am gröſten iſt, in der Sonnennähe. Betreffend aber die eigentliche Gröſſe der Linien AC und CE, ſo muß man wiſſen, daß ſie ohne Kentniß der Parallaxe nicht beſtimmet werden kann, und dieſe Materie muß zum ſiebenten Capitel aufgehoben werden.

§. 32.

Es ſey (Fig. 22) RL ſenkrecht auf SF, der Halbmeſſer $= r$, und es ſey $r : z = rad$: Bogen mit dem Halbmeſſer r zwiſchen den Schen-

(b) Der Winkel SAr heiſſet der ſcheinbare Halbmeſſer der Sonne, in Anſehung eines Beobachters in A, und SDs heiſſet der ſcheinbare Halbmeſſer in Anſehung eines Beobachters in D.

(c) Delacaille Leçons d'Aſtronomie, Traité prelim. §. 66. Ausg. 1771.

Schenkeln des Winkels DSF beſchrieben (a), ſo iſt $r : \cos z = SR : SL$, alſo $SL = \frac{SR . \cos z}{r}$ und $RL = \frac{SR . \sin z}{r}$; aber es iſt $FR = 2CA - FS$ und $FL^2 = FR^2 - RL^2 = (FS - SL)^2$; alſo muß ſeyn $4CA^2 - 4CA . FS + FS^2 - \frac{SR^2 \sin z^2}{r^2} = FL^2 = FS^2 - \frac{2FS . SR . \cos z}{r} + \frac{SR^2 \cos z^2}{r^2}$ und $4CA^2 - 4CA . FS = \frac{SR^2 \cos z^2 + SR^2 \sin z^2}{r^2} - \frac{2FS . SR . \cos z}{r} = SR^2 - \frac{2FS . SR . \cos z}{r}$, oder $4CA^2 - SR^2 = FS \cdot \left(4CA - \frac{2SR . \cos z}{r}\right)$. Wenn alſo $SR = 2CS$ und $4CA^2 - SR^2 = 4CE^2$ iſt, ſo wird $FS = \frac{r . CE^2}{r . CA - CS \cos z}$.

Wenn alſo der Winkel DSF gegeben iſt, ſo kann man vermittelſt dieſer Formul leicht das Verhältniß zwiſchen SD und SF ausrechnen. Aber wenn die ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne in D und F durch d und f bezeichnet werden, ſo iſt $SF : SD = \sin d : \sin f$ §. 31, alſo kann man auch die ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne für jeden gegebenen Winkel DSF ausrechnen, ſo bald der ſcheinbare Halbmeſſer derſelben in D beobachtet worden. Eine ſolche Berechnung dienet zur Prüfung, ob der Weg der Erde würklich eine Ellipſe ſey und ob ſie grade von der Art iſt, wie ſie nach der Anweiſung §. 31 gefunden worden. Denn wenn man die Lage der Apſidenlinie AD weiß und in D den ſcheinbaren Durchmeſſer der Sonne mißet, und nachher auch in F, wenn die

(a) Der Winkel DSF, welcher von SF und der Apſidenlinie eingeſchloſſen wird, heiſſet die wahre Bewegung der Erde, oder wahre Anomalie.

die Erde einen gegebenen Winkel DSF zurückgelegt hat, ſo muß die Hälfte des in F beobachteten Durchmeſſers mit der Rechnung übereinkommen, welche ſich auf den in D gefundenen Halbmeſſer der Sonne gründet. Dies iſt oft von den Aſtronomen unterſucht worden, und ſie haben gefunden, wenn DFA*f* (Fig. 24) die Erdbahn iſt, und F und *f* zwey an beyden Seiten der Apſidenlinie gleich gelegene Puncte oder DSF = DS*f*, daß die Durchmeſſer der Sonne in F und *f* gleich groß ſind; und eben ſo in jeden andern zwey correſpondirenden Puncten L und *l*. Dieſe Verſuche können auch von jeden nachgemacht werden, der mit den zu dergleichen Verſuchen dienlichen Inſtrumenten verſehen iſt.

Hiebey hat ſich nun durch fleißig angeſtellte Beobachtungen an der Sonne, eine groſſe Merkwürdigkeit offenbaret. Man hat nämlich gefunden, daß nicht allein die Zeit beſtändig gleich iſt, in welcher die Erde ihre ganze Ellipſe beſchreibet, oder von D aus durch F, E, A, *e*, *f*, und ſo weiter gehet, bis ſie wieder nach D kommt; ſondern auch, daß die ganze Umlaufszeit ſich zu der Zeit, in welcher die Erde von D nach F gehet, verhalte, wie der Inhalt der ganzen Ellipſe zum Inhalt der Figur DSFD, oder überhaupt, daß der Inhalt der Figur DSLD ſich zum Inhalt der Figur LSFL verhalte, wie die Zeit, da die Erde von D nach L gehet, zu der Zeit, da ſie von L nach F kommt (b). Kepler erfand dieſe Wahrheit zuerſt durch Tycho Brahes und ſeine eigene Beobachtungen, und hat durch dies Grundgeſetz das Licht bereitet, welches nach ſeiner Zeit in der Sternkunde angezündet worden.

Man ſetze, daß die Bogen Lλ und Fφ in gleichen Zeiten zurückgeleget werden, und daß ſie klein genug ſind für grade Linien gehalten zu werden, das iſt, es ſey Sλ unendlich nahe an SL

und

(b) Der Inhalt der Figur DSFD, welche von der Apſidenlinie AD, dem Abſtande der Erde SF und dem Bogen DF umſchloſſen wird, heiſſet die mittlere Anomalie. Sie iſt alſo in eben dem Verhältniſſe, wie die Zeit von D nach F.

und eben ſo $S\varphi$ an SF; aus S ziehe man die Bogen $\lambda\rho$ und $\varphi\pi$ welche ebenfals für grade Linien angeſehen werden können, die auf FS und LS ſenkrecht ſtehen. Man nenne DSL, y und DSF, z; den Halbmeſſer, r, ſo iſt $LS\lambda = dy$ und $FS\varphi = dz$. Und dies ſind die Winkelgeſchwindigkeiten in F und L. Aber es iſt der Raum $FS\varphi = LS\lambda$, weil die Bogen $F\varphi$ und $L\lambda$ in gleichen Zeiten zurückgeleget ſind, daher iſt $\varphi\pi . SF = \lambda\rho . SL$. Auſſerdem iſt $r : dy = SL : \lambda\rho$, und $r : dz = SF : \varphi\pi$; alſo iſt $\varphi\pi = \frac{SF.dz}{r}$ und $\lambda\rho = \frac{SL.dy}{r}$, folglich wird $dz.SF^2 = dy.SL^2$, oder $dz : dy = SL^2 : SF^2$; das iſt die Winkelgeſchwindigkeiten der Erde um der Sonne in S verhalten ſich umgekehrt, wie die Quadrate ihrer Entfernungen von der Sonne. Wenn man nun an einer Stelle, als in L, beobachtet hat, wie groß der Winkel $LS\lambda$ iſt, den die Erde in einer gewiſſen kurzen Zeit, als in einem Tage zurückgeleget hat, ſo kann man die Gröſſe des Winkels $FS\varphi$ für eben die Zeit ausrechnen, wenn die Erde in F iſt. Denn durch die wahren Anomalien DSL und DSF ſind die Entfernungen SL und SF bekannt, wie im Anfange dieſes §. gezeiget worden. Hieraus erhellet, wie brauchbar Keplers Grundgeſetz iſt, die Bewegung der Erde näher zu begreifen.

Kepler nahm von demſelben Grundgeſetze Anleitung zu dem Problem, welches noch jezt nach ihm das Keplerſche Problem heiſſet, nämlich: Aus einem Brennpuncte S einer Ellipſe AEDA (Fig. 22) eine grade Linie SF ziehen, ſo daß der Inhalt der Figur DSFD zum Inhalt der halben Ellipſe in einem gegebenen Verhältniſſe ſtehe; und umgekehrt: Wenn der Winkel DSF, den die Apſidenlinie mit einer aus dem Brennpuncte gezogenen Linie macht, gegeben iſt, das Verhältniß des Inhalts der Figur DSFD zur halben Ellipſe finden. Es iſt dies ein wichtiges Problem in der Lehre von der Bewegung der Erde, denn man kann durch ſelbiges Tabellen

berechnen und vermittelſt derſelben für jede beliebige Zeit den Ort der Erde finden, daher es mit wenigen Worten berühret werden ſoll, ob es gleich eigentlich zur Aſtronomie gehöret.

Man ziehe (Fig. 22) SG, CG und CF, und SN ſey ſenkrecht auf CG; ſo iſt CE : CB = HF : HG = tang DSF : tang DSG, und man findet hiernach den Winkel DSG, ſo bald DSF bekannt iſt. Ferner iſt in dem Dreyecke SCG, CG (= CA) : SC = ſin DSG : ſin SGC, und weil CG, SC bekannt ſind, ſo findet man auch SGC und daraus DCG = SGC + DSG; aber r : ſin GCD (= SCN) = SC : SN, daher iſt auch SN bekannt oder man kann das Dreyeck SGC finden, da CG gegeben iſt. Da nun durch den gegebenen Halbmeſſer CA der Inhalt des Halbkreiſes ABDA gegeben iſt, und der Inhalt des Ausſchnitts DCGD und des Dreyecks CSG aus ſelbiger CA und dem Winkel GCD gefunden wird, ſo muß das Verhältniß zwiſchen ABDA und DSGD, welches der Summe DCGD + SGC gleich iſt, bekannt werden, aus dem gegebenen Winkel DSF. Dies Verhältniß iſt aber demjenigen zwiſchen DAED und DSFD gleich. Denn es iſt DEAD : DBAD = CE : CB = HF : HG = SHF : SHG = DHFD : DHGD = DSFD : DSGD; woraus DEAD : DBAD = DSFD : DSGD oder DEAD : DSFD = DBAD : DSGD wird. Man kann daher in einer gegebenen Ellipſe aus der wahren Anomalie DSF das Verhältniß der Figuren DEAD und DSFD finden, welches das zweyte Kepleriſche Problem, das umgekehrte des erſten, iſt.

Um nun dieſe Rechnung zu führen, haben die Aſtronomen die Zeit beſtimmt, welche die Erde von D nach A zubringt, und die Zeit, da ſie würklich einmal in D geweſen (c). Denn die ganze Umlaufszeit in der Ellipſe iſt zweymahl ſo groß, als diejenige, welche die Erde von D nach A gebrauchet, und iſt allezeit gleich

(c) Ein Zeitpunct, da die Erde würklich in der Sonnenferne D oder in der Sonnennähe A geweſen, heiſſet in den aſtronomiſchen Tabellen **Epoche** oder **Wurzel**.

gleich groß; man findet daraus leicht die Zeit, wann die Erde bey jeden Umlauf in D iſt. Wenn man alſo aus dem Winkel DSF das Verhältniß zwiſchen DEAD und DSFD ſuchet, und weiß, wann die Erde in D geweſen, ſo findet man aus demſelben Verhältniß die Zeit, wann die Erde nach F kommt. Auf die Art hätten die Aſtronomen in den genaueſten Tabellen für den Gang der Erde oder jeden Winkel DSF die Zeit berechnen können. Aber ſie haben den Tabellen lieber eine ſolche Einrichtung geben wollen, daß man für jede gegebene Zeit den Gang der Erde oder den Winkel DSF finden könne, welches das erſte Keplerſche Problem und nicht ſo leicht aufzulöſen iſt, als das lezte. Indeſſen erhellet, daß man aus den Gleichungen der erſtern Rechnung den Tabellen die verlangte Form geben könne. Denn wenn die Zeiten für jeden Winkel DSF berechnet ſind, ſo ſind zugleich dieſe Winkel oder wahre Anomalien für gewiſſe Zeitpuncte bekannt, und man kann alſo für alle Zeitpuncte, welche mit den erhaltenen nicht grade zutreffen, die Veränderungen der Winkel ſuchen, oder auch bey jeder gegebenen Zeit einen Winkel DSF annehmen, der dafür zunächſt gehöret, die Zeit dafür ausrechnen, und damit ſo lange fortfahren, bis man den Winkel ſo angenommen, daß man durch die Rechnung die verlangte Zeit findet.

Etwas mehr hievon anzuführen dürfte unnöthig ſeyn, um nicht die künſtlichern Annäherungsmethoden erklären zu dürfen, welche von den Aſtronomen gebraucht werden können. Nur muß man merken, daß ſie in ihren Tabellen Grade an der Stelle der Zeiten rechnen, und daher auch ſolche Tabellen geben, wodurch die Zeiten auf Grade gebracht werden; nämlich die halbe Umlaufszeit, das iſt, die Zeit, da die Erde von D nach A gehet, gilt 180 Grade. Und für jede Zeit von D nach F rechnet man, wie ſich verhält DEAD zu DSFD, ſo verhält ſich 180° zu der Zahl Grade, welche die Zeit von D nach F ausdrücken wird. Dieſe Grade nennet man die mittlere Bewegung der Erde, indem

dem ſie ihren Gang angeben würden, wenn die Winkelgeſchwindigkeit der Erde um die Sonne gleichförmig oder beſtändig gleich groß wäre. Der Unterſcheid zwiſchen der wahren und mittlern Bewegung der Erde heiſſet die Mittelpunctsgleichung, welche unter dieſem Titul in den aſtronomiſchen Tabellen gefunden und auf angeführte Art beſtimmt wird.

§. 33.

Das erwähnte Keplerſche Grundgeſetz, daß bey der Bewegung der Erde um die Sonne die elliptiſchen Ausſchnitte, welche um den Mittelpunct der Sonne beſchrieben werden, ſich wie die Zeiten verhalten, in welchen die Bogen zurückgeleget werden, hat Newton den Weg gezeiget, die Bewegung der Erde beſſer zu entwickeln, oder die Verbindung zwiſchen der Erde und der Sonne näher zu erklären, und die Würkung der Sonne auf die Erde zu entdecken, ihren Gang oder Bewegung in ihrer elliptiſchen Bahn zu beſtimmen.

Aus den Bewegungsgeſetzen in der Natur wiſſen wir, daß ein Cörper, welcher ſich mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit beweget, ſeinen Weg in derſelben Richtung mit eben der Geſchwindigkeit fortſetzet, wenn keine neue Kraft auf ihn würkt. Es bewege ſich ein Cörper von α nach A (Fig. 25) in einer gegebenen Zeit, man verlängere αA und man mache AB = αA, ſo muß der Cörper in gleicher Zeit nach B kommen, wenn keine neue Kraft auf ihn würket. Wenn aber eine gewiſſe Kraft den Cörper nach S oder auch mit SA parallel treibet, ſo daß er in dem Zeitmoment von AB bis nach Cc weggerückt wird, ſo kommt der Cörper nach C, an der Stelle, daß er nach B gehen ſollte, und es iſt cC = AB, und CB parallel mit SA. Daraus folget, daß das Dreyeck SCA = SBA = SAα ſey. Auf gleiche Art wird der Cörper nach E an der Stelle von D kommen, wenn ihn eine gleiche Kraft parallel mit CS ſo weit als DE treibet, und es iſt das

das Dreyeck CSE = CSD = ASC = ASB = αSA, u. ſ. w.

Dieſe Kraft, welche den Cörper parallel mit AS und CS treibet, kann eine und eben dieſelbe Kraft vorſtellen, welche beſtändig nach dem Punct S hin würket. Denn die Linie AB kann ſo klein gezogen werden, als man will, ſo daß die Kraft nach S in A in der Zeit von A nach C mit Ac proportional gehalten und ſo angeſehen werden könne, als wenn ſie dem Cörper in A einen Stoß giebt, nach welchen er mit gleichförmiger Bewegung von der Linie AB bis Cc abweichen muß, und eben ſo in dem nächſten Zeitmoment von C nach E u. ſ. w. Dadurch wird der Weg des Cörpers eine krumme Linie, wenn αA, AC, CE unendlich klein werden, und wenn die Kraft, welche den Cörper in ſolcher krummen Linie zu gehen zwinget, allezeit nach S gerichtet iſt. Eine ſolche Kraft heiſſet Central oder Centripetalkraft, indem ſie gegen ein Centrum oder einen gewiſſen Mittelpunct würket; ihr Kennzeichen beſtehet darin, daß die Ausſchnitte, welche um S beſchrieben werden, in dem Verhältniſſe der Zeiten ſind, in welchen ſie beſchrieben oder die zugehörigen Bogen der krummen Linie zurückgeleget werden. Hieraus iſt klar, daß die Erde von einer Centralkraft nach der Sonne getrieben werde, denn ſonſt würde die Erde, welche um den Mittelpunct der Sonne den Zeiten proportionale Räume beſchreibet, nicht in einer krummen ſondern in einer graden Linie gehen, welches leztere wider die Erfahrung ſtreitet.

Die krumme Linie, welche die Erde beſchreibet, iſt eine Ellipſe §. 31. Die Sonne ſtehet in einem ihrer Brennpuncte, und die Erde wird durch eine Centralkraft nach der Sonne getrieben; dieſe Umſtände geben Anleitung zu fragen: Wie dieſe Kraft ſich verhalte? oder nach welchem Geſetz ſie würket, um den Gang der Erde in einer elliptiſchen Linie zu richten, und ſie

nicht

nicht zur Bewegung in einer andern krummen Linie zu ziehen. Um hierauf zu antworten, müſſen wir einige Eigenſchaften der Ellipſe anführen.

1) Es ſey AED (Fig. 26) eine Ellipſe, ihre Axe AD und über denſelben Durchmeſſer ſey der Kreis ABD beſchrieben; μMm und λLl ſeyn ſenkrecht auf AD und ſchneiden die Ellipſe in M und L und den Kreis in m und l. Es ſchneide auch ML die Axe in I; ſo liegen m, l, I auch in grader Linie. Denn es iſt $\lambda L : \lambda l = \mu M : \mu m$ (a) oder $\lambda L : \mu M = \lambda l : \mu m$ (b). Alſo muß $I\lambda : Im = \lambda l : \mu m$ (c), das iſt m, l, I in grader Linie ſeyn.

2) Es ſey CG parallel mit ML und $G\gamma$ ſenkrecht auf AD und ſchneide den Kreis in g, ſo iſt $ML : ml = CG : Cg$, denn die Dreyecke $G\gamma C$ und μMI ſind ähnlich, und die Dreyecke $g\gamma C$ und μml gleichfals. Daher iſt $IM : I\mu = CG : C\gamma$ und $I\mu : Im = C\gamma : Cg$ (d), folglich $IM : Im = CG : Cg$ (e), aber es iſt $IM : Im = ML : ml$, alſo auch $ML : ml = CG : Cg$.

3) Es ſey $N\nu$ ſenkrecht auf AD und ſchneide ml in n, ſo wird auf gleiche Art bewieſen, daß $NM : nm = CG : Cg$ und $NL : nl = CG : Cg$, alſo $NM \, . \, NL : nm \, . \, nl = CG^2 : Cg^2$ ſey (f).

4) Aus einem Puncte Q in AD ziehe man QN, welche die Ellipſe in R und P ſchneidet, und Qn, welche den Kreis in r und p trift, man ziehe CH parallel mit PR, und Hh parallel mit Nn, ſo muß aus ſelbiger Urſache ſeyn $np . nr : NP . NR = Ch^2 : CH^2$. Es iſt aber $mn . nl = np . nr$ (g) und $Cg^2 = Ch^2$, denn es iſt $Cg = Ch$; daher iſt $mn . nl : PN . NR = Cg^2 : CH^2$ (e) und weil $mn . nl : MN . NL = Cg^2 : CG^2$, (num. 3) ſo iſt $MN . NL : PN . NR = CG^2 : CH^2$.

5) Hieraus folget, wenn M und L zuſammenfallen, und NI, ſo wie NF, eine Tangente wird, und wenn D der mit NF parallele Halbmeſſer der Ellipſe und CH mit NPR parallel iſt, daß $NF^2 : NP . NR = D^2 : CH^2$ ſey.

6)

(a) §. 14. Anm. a. (b) Eucl. B. 5. S. 16. (c) Eucl. B. 6. S. 3.
(d) Eucl. B. 6. S. 4. (e) Eucl. B. 5. S. 23. (f) Eucl. B. 6. S. 23.
(g) Eucl. B. 3. S. 36.

6) Es ſey ABD (Fig. 27) ein Kreis über den Durchmeſſer AD, und AEMD eine Ellipſe auf ſelbiger Axe, S und F ihre Brennpuncte, und aus einem derſelben ziehe man SI, ſo daß $SI = AD$ oder $MI = MF$ werde. Es ſey CH parallel mit SM und ſchneide IF in H. Man ziehe HMG, ſo iſt MH eine Tangente in M und $SMG = FMH$. Denn wenn HM die Ellipſe noch in K ſchnitte, ſo müſte $SK + FK = AD = SI$ ſeyn. Nun iſt $FH = HI$, (c) weil $SC = CF$, und CH parallel mit SI iſt, daher iſt MH ſenkrecht auf FI, weil $MI = FM$ iſt, alſo müſte auch $KI = FK$ ſeyn und alſo $SK + KI = SI$, welches ungereimt iſt. Ferner iſt $FMH = HMI$ und $HMI = SMG$, alſo auch $FMH = SMG$.

7) Wenn GMH die Ellipſe AMD in M berühret, und SG, FH ſenkrecht auf GH ſind, ſo iſt $CH = AC$; $SG . FH = CE^2$ und $SG^2 : CE^2 = SM : MF$. Man mache $ML = LF$, ſo iſt $LH = LM$ (h) und $LMH = SMG$, alſo iſt LH parallel mit SM. Es iſt aber $SC = CF$, daher iſt auch CL parallel mit SM (i) und CLH eine grade Linie. Nun iſt $CL = \frac{1}{2}SM$ und $LH = ML = \frac{1}{2}FM$, alſo iſt $CH = \frac{1}{2}SM + \frac{1}{2}FM, = \frac{1}{2}AD = AC$. Und eben ſo erhellet, daß auch $CG = AC$ ſey. Da ferner G und H in dem Kreiſe ABD liegen, und SG und FH ſenkrecht auf GH ſind, auch $CS = CF$ iſt, ſo muß $FH = Sg$ ſeyn, wenn GS bis zu den Kreis DBAg verlängert wird. Nun iſt $Sg . SG = AS . SD$ (k) und $AS . SD = CA^2 - CS^2 = CE^2$, alſo auch $SG . FH = CE^2$. Endlich iſt der Winkel $SMG = FMH$, alſo das Dreyeck SMG ähnlich dem Dreyeck FMH, folglich $SG : FH = SM : FM$, oder $SG^2 : SG . FH$ oder $CE^2 = SM : FM$.

8) MH ſchneide AD in T, es ſey $M\mu$ ſenkrecht auf AD und ſchneide den Kreis in m, ſo daß Tm eine Berührungslinie des Kreiſes iſt (§. 21. Anm. b. und num. 2) Cp ſey parallel mit Tm, und $p\pi$ parallel mit $m\mu$ ſchneide die Ellipſe in P, ſo iſt CP, welche SM in Q ſchneidet, mit MH parallel und $MQ = CA$, auch $CP^2 = SM . MF$. Denn weil das Dreyeck $Cp\pi$ mit $Tm\mu$ ähnlich iſt (m), ſo iſt $T\mu : \mu m = C\pi : p\pi$, aber $\mu m : \mu M$ =

(h) Eucl. B. 3. S. 31. (i) Eucl. B. 6. S. 2. (k) Eucl. B. 3. S. 35. (l) §. 31. (m) Eucl. B. 6. S. 4.

$= \pi p : \pi P$ (a), daher muß $T\mu : \mu M = C\pi : \pi P$ oder CP parallel mit TM ſeyn (n). Weiter: In dem Parallelogramm CQMH iſt MQ = CH. Endlich iſt das Dreyeck $Cp\pi$ ähnlich mit $Cm\mu$, denn $Cm\mu$ iſt ähnlich mit CmT; und weil $Cp = Cm$ iſt, ſo iſt $p\pi = C\mu$; und $C\pi = \mu m$ (o). Alſo iſt $CP^2 = C\pi^2 + \pi P^2 =$

$$\mu m^2 + \frac{CE^2 . C\mu^2}{CA^2} = \mu m^2 + C\mu^2 - \frac{SC^2 . C\mu^2}{CA^2}$$

$$= Cm^2 - \frac{SC^2 . C\mu^2}{CA^2} = CA^2 - \frac{SC^2 . C\mu^2}{CA^2};$$ außerdem iſt $SM = CA + \frac{SC . C\mu}{CA}$ und $FM = CA - \frac{SC . C\mu}{CA}$

§. 31. Alſo auch $CP^2 = SM . MF$.

9) Wenn SM verlängert wird, bis ſie die Ellipſe in R ſchneidet, ſo iſt $AD : MR = CE^2 : SM . SR$. Denn wenn der Circulbogen, der den Winkel MSD miſſet, z genannt wird, wenn der Halbmeſſer r iſt, ſo iſt $SM = \frac{r . CE^2}{r . CA - CS \cos z}$ und SR

$$= \frac{r CE^2}{r . CA + CS \cos z}$$ (p); daher wird MR =

$$\frac{2r^2 . CA . CE^2}{r^2 CA^2 - CS^2 \cos z^2};$$ alſo muß $\frac{MR}{2 CA}$ oder $\frac{MR}{AD}$

$$= \frac{SM . SR}{CE^2}$$ ſeyn, das iſt, $AD : MR = CE^2 : SM . SR$.

10) Es ſey AGMD eine Ellipſe, deren Brennpuncte S und F ſind, MK ſey eine Tangente in M, und man ziehe SM und FM. Nun ſey N unendlich nahe an M; ſo muß der Kreis, welcher durch M und N gehet, SM in ein Punct m treffen, ſo daß $Mm =$

(n) Eucl. B. 6. S. 5. (o) Eucl. B. 5. S. 9. und B. 6. S. 4. (p) §. 32.

$Mm = \frac{2SM.MF}{CA}$ wird. Aus N ziehe man KNPO mit SM parallel, welche die Ellipſe in N, P und den Kreis in N, O ſchneidet; durch C ziehe man CH mit SM parallel, und CG mit MK, ſo iſt $KN^2 = KN.KO$ (q). $KN:KO:KN.KP = CG^2:CH^2$ (num. 4) oder $KO:KP = CG^2:CH^2$ Hieraus folget, wenn N unendlich nahe an M lieget, oder eigentlich in M fällt, ſo daß $KO = Mm$ und $KP = MR$ wird, daß $Mm:MR = CG^2:CH^2$ ſey. Es iſt aber $CH^2:CA^2 = MS.SR : AS.SD$ oder $CA^2 - CS^2$ oder CE^2; alſo wird $CH^2 = \frac{CA^2.MS.SR}{CE^2}$ (num. 4) $MR = \frac{2AC.MS.SR}{CE^2}$ (num. 9) und $CG^2 =$ $SM.MF$ (num. 8); folglich $Mm : \frac{2AC.SM.SR}{CE^2} =$ $SM.MF : \frac{CA^2.SM.SR}{CE^2}$, das iſt, $Mm : 2 = SM.MF : CA$ oder $Mm = \frac{2.SM.MF}{CA}$.

11) Weil $KN = \frac{KM^2}{KO}$, ſo muß, wenn N in M fällt oder $KO = Mm$ wird, $KN = \frac{CA.KM^2}{2SM.MF}$ ſeyn. Aber es iſt $MF = \frac{SM.CE^2}{SG^2}$ (num. 7), alſo iſt $KN = \frac{CA.KM^2}{2.SM^2}$ $. \frac{SG^2}{CE^2}$ oder $KN = \frac{CA.KT^2}{2CE^2}$.

Nach dieſer Vorbereitung kann man beweiſen, wenn die

(q) Eucl. B. 3. S. 36.

Centralkraft der Erde in M zur Sonne in S durch K bezeichnet wird, daß ſie ſich verhalte wie $\frac{2CA}{CE^2 . SM^2}$. Denn wenn die Erde von M nach N gehet, welches unendlich nahe an M ſeyn ſoll, ſo wird ſich der Raum SMNS, wie die Zeit verhalten, darin die Erde den Bogen MN durchläuft, und wenn der Bogen MN für eine grade Linie angenommen wird, ſo muß das gradlinichte Dreyeck SMN in eben dem Verhältniſſe der Zeit ſeyn, in welcher die Erde von M nach N gehet, und in welcher die Centralkraft, welche mit SM parallel gehet, die Erde um KN von der Tangente MG abziehet. Wenn nun NQ und KT auf SM ſenkrecht ſtehen, ſo iſt das Dreyeck $SMN = \frac{1}{2} . SM . NQ = \frac{1}{2}SM . KT$; aber wenn SG auf MK ſenkrecht ſtehet, ſo iſt $SM : SG = KM : KT$ (Eucl. B. 6. S. 4) oder $SM . KT = SG . KM$, alſo muß auch $\frac{1}{2}SG . KM$ der Zeit der Bewegung durch MN proportional ſeyn. Aber in eben der Zeit hat die Centralkraft die Erde von der Tangente MG abgezogen, und der kleine Weg KN iſt mit der Geſchwindigkeit zurückgeleget, welche die Centralkraft hat zuwege bringen können. Alſo iſt KN, der Geſchwindigkeit proportional, womit die Erde in M gegen die Sonne gezogen wird und der Zeit, die ſie zur Bewegung von M nach N gebraucht, das iſt mit $\frac{1}{2} . H . SG . KM$ (r), wenn H die Geſchwindigkeit der Erde nach S, parallel mit KN bedeutet. Betreffend nun die Geſchwindigkeit H, ſo iſt klar, daß ſie durch die Centralkraft K gewürkt werde, und ſo wohl auf deren Stärke, als auf die Zeit,

(r) Ob die Centralkraft in verſchiedenen Puncten der elliptiſchen Bahn gleich verurſacht, daß die Erde in gleichen Zeitpuncten ungleiche Theile ihres Weges zurücklege, ſo müſſen doch alle dieſe Theile nach einem und eben demſelben Geſetz zurückgeleget werden, das iſt, ſie können nur durch die Ungleichheit der Geſchwindigkeiten unterſchieden werden oder ſie müſſen ſich wie die Geſchwindigkeiten verhalten, wenn die Geſchwindigkeiten gleichförmig bleiben. Eben das muß auch ſtat finden, wenn die Geſchwindigkeiten in den kleinen Theilen des Weges nicht gleichförmig ſind; denn wenn ſie nach einerley Geſetz beſchrieben werden, ſo ſind die correſpondirenden Geſchwindigkeiten in einem beſtändigen Verhältniſſe, und alſo die zurückgelegten Wege in dem Verhältniſſe der Geſchwindigkeiten, als wenn ſie gleichförmig wären.

Zeit, in welcher dieſe Kraft würket, beruhe, das iſt, H muß mit $\frac{1}{2}K.SG.KM$ proportional ſeyn; denn man mag ſich dieſe Bewegung der Erde oder die Geſchwindigkeit nach der Richtung KN gleichförmig oder veränderlich vorſtellen, ſo muß ſolches doch durch die ganze Ellipſe auf gleiche Art angenommen werden, und die Würkungen müſſen alſo nach der Zeit, in welchen ſie verrichtet werden, eingetheilet oder proportioniret werden (s). Hieraus folget alſo, daß KN proportional mit $\frac{1}{4}.K.SG^2.KM^2$ ſey. Nun iſt $SG^2 : CE^2 = SM:MF$ (num. 7) oder $SG^2 = \frac{SM.CE^2}{MF}$; Alſo iſt KN oder $\frac{CA.MK^2}{2\,SM.MF}$ proportional mit $\frac{K.KM^2.SM.CE^2}{4MF}$, oder wenn man beyderſeits mit $\frac{MK^2.SM.CE^2}{4MF}$ dividiret, ſo wird $\frac{2\,CA}{CE^2.SM^2}$ proportional mit K, wie eben geſagt worden. Man findet alſo, daß die Centralkraft in A ſich zur Centralkraft in M verhalte wie

$$\frac{2\,CA}{CE^2.SA^2} : \frac{2\,CA}{CE^2.SM^2} \text{ oder wie } \frac{1}{SA^2} : \frac{1}{SM^2},$$

das iſt, wie $SM^2 : SA^2$. Das heiſſet ſo viel: In verſchiedenen Puncten der elliptiſchen Erdbahn verhalten ſich die Centralkräfte nach der Sonne, umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen der Erde von der Sonne.

(s) Wenn die Geſchwindigkeit in KN gleichförmig iſt, ſo iſt klar, daß ſich die Geſchwindigkeiten in gleichen Zeiten wie K verhalten. Da aber K in einem gegebenen Puncte unveränderlich iſt, und KN wächſet, wenn die Zeit gröſſer wird, ſo müſſen ſich die Geſchwindigkeiten auch wie die Länge der Zeiten verhalten, das iſt, die Geſchwindigkeiten ſind proportional mit $\frac{1}{2}K.SG.KM$. Iſt aber die Geſchwindigkeit in KN veränderlich, ſo muß die Veränderung doch gleichförmig ſeyn, da K in einem und eben demſelben Puncte M einerley bleibt, und die Geſchwindigkeit, welche in M parallel mit SM entſtehet, muß ſich verhalten wie die Zeit, in welcher ſie entſtehet und zugleich der Stärke von K proportional ſeyn, das iſt, H iſt proportional mit $\frac{1}{2}K.SM.KM$.

Dies iſt das groſſe Geſetz der Schwere in der Natur §. 16. welches Newton durch ſeine Betrachtungen über die Bewegungen der Cörper in der Ellipſe erfunden hat, da ſie nämlich um einen Brennpunct Räume beſchreiben, die den Zeiten, darin die Bogen zurückgeleget worden, proportional ſind. Dies iſt das Geſetz, wodurch die neueſten Verbeſſerungen der Sternkunde erfunden worden, und durch daſſelbe können die rückſtändigen ausgeforſcht werden. Ein ſolches Geſetz, in der Bewegung der Erde um die Sonne, von welchem wir finden werden, daß die Erde es mit vielen andern Weltcörpern gemein hat, überführt uns, daß die Erde eben ſo wie dieſe ſich um die Sonne bewege, und verbeut uns zu glauben, daß die Sonne um unſre kleine Kugel laufe und den ganzen übrigen Haufen mit ſich um die Erde ſchleppe, ohne daß ihre Bahnen verrückt würden.

§. 34.

Die fürtrefliche Ordnung des Schöpfers erhellet deutlich aus dem beſtändigen Gange der Erde in einer und eben derſelbigen Bahn, und aus der Eigenſchaft, welche er der Sonne beygeleget, die Erde in ihrem Laufe in gehörige Gränzen zu halten. Es iſt gewiß, daß jedermann, der die Einrichtungen der Allwiſſenheit in der Natur betrachtet, über ihren Zuſammenhang bis zur innerlichen Bewunderung gerührt wird; aber am ſtärkſten werden unſre Sinnen durch die Sternkunde empor gehoben, woſelbſt wir zwiſchen den groſſen Weltcörpern eine Gemeinſchaft unter einander entdecken, die nebſt unſrer Erde von der Sonne erleuchtet und erwärmet werden und weit von ihr in unbegreiflichen Räumen ſchweben.

Wir haben nun die Beſchaffenheit von der Bewegung der Erde um die Sonne geſehen, aber wir müſſen auch zugleich wiſſen, daß ſich mehrere Cörper auf gleiche Art um die Sonne bewegen, nämlich **Mercur** beſchreibet eine Ellipſe zunächſt um die Sonne;

Sonne; zwiſchen dem Mercur und der Erde läuft **Venus** in ihrer Ellipſe; auſſerhalb der Ellipſe der Erde gehet **Mars**, darnächſt **Jupiter**, ſodann **Saturn**, jeder in ſeiner Ellipſe. Dieſe ſechs Cörper nennet man **Planeten**. Auſſer den Planeten findet man eine groſſe Schaar Weltcörper, die ebenfals um die Sonne laufen, und **Cometen** genannt werden. Dieſe ſind während ihrer Umlaufszeit zuweilen eine kurze Zeit für uns ſichtbar; viele dürften auf der Erdkugel ungeſehen vorüber gehen, aber alle ſcheinen in Ellipſen zu gehen, deren Eccentricitäten ſehr groß ſind. Die Ellipſen der Planeten liegen auſſer einander in der aufgezählten Ordnung; aber die krummen Linien der Cometen, laufen in die Ellipſen der Planeten, in mehrern oder wenigern hinein, und einer von ihnen 1680 war 160 mahl näher an der Sonne als unſre Erde. Von den Cometen iſt keiner den Sternkundigen ſo bekannt, als die Planeten; denn es iſt nicht lange, daß die Cometen für beſtändige Cörper angeſehen worden ſind; ſie wurden anfangs auch von den meiſten Gelehrten für Himmelszeichen gehalten, welche die Zuſchauer für bevorſtehende Unglücksfälle warneten; ja man befürchtete von den Cometen ſelbſt Seuchen und Landplagen, welcher Aberglaube heut zu Tage nur den Einfältigen anhängen dürfte. Dergleichen Gedanken können aber nicht mit einer richtigen Erkänntniß von den himmliſchen Cörpern beſtehen. Jeder Stern kann mit gleichem Grunde in einer moraliſchen Beſtimmung angeſehen werden, und die Planeten oder andre Cörper und natürliche Erſcheinungen müſſen eben ſo wohl als die Cometen unſere Gedanken leiten, unſre Ohnmacht gegen den Herrn aller Dinge zu erkennen, aber nicht des Schöpfers Abſichten zu errathen, oder ohne Grund Unglück zu befürchten, das die Weltcörper nicht verurſachen können. Daß die Cometen nicht allezeit ſichtbar ſind, daß ſie mit einem gewiſſen Schein umgeben oder mit einer Ruthe oder Schwanz von Licht hinter ſich erſcheinen, pfleget den Kleinmüthigen Furcht einzujagen. Aber Ahndun-

dungen und Vermuthungen, welche von Furcht oder Blödſinn erreget werden, ſind keine Wege die Natur zu erklären; das richtigſte Mittel, Wahrheiten zu finden, iſt das, welches Verſuche und Beobachtungen an Hand geben, und wir haben eben angeführt, was auf ſolche Art von den Cometen überhaupt von den Sternkundigen herausgebracht worden.

§. 35.

In der Lehre von den Cometen verdienet ein Umſtand betrachtet zu werden, der ungeachtet ihr Gang nun richtiger ausgemacht iſt, auch den Aſtronomen eine Art Beſorgniß wegen bevorſtehender Verwüſtung der Erde gemacht hat. Nämlich, da die Cometen innerhalb der Erdbahn zur Sonne hinablaufen, ſo frägt es ſich, ob nicht einer bey ſeinem Herabſteigen, oder wenn er wieder zurück in die Höhe fähret, die Erde entweder berühren oder doch bey ſeiner Annäherung ſo auf den Erdcörper würken könne, daß die Erdbahn merklich verändert werde? Ja ob die Erdkugel nicht mit einem Cometen weggeführet werden, und auf ſeiner Reiſe die äuſſerſte Verwandlung leiden könne? Einige haben ſich eingebildet, daß die Sündfluth von einem Cometen Schweif herabgefloſſen, der von der Sonnennähe zurückgekommen, und mit ſeinem Schweiff auf ſeinem Wege bis zur Erde gereichet hätte. Sie glauben, daß derſelbige oder ſonſt ein anderer Comet mit der Zeit die Erde in Feuer ſetzen oder ſie durch ſeinen Stoß auf dieſelbe verſtöhren werde. Halley führet an, daß der Comet, welcher 1680 erſchienen, den 11 Nov. alt. St. 1 U. 5 Min. nach Mittage in dem Puncte ſeiner Ellipſe, welches der Erde am nächſten war, angekommen, und daß er von der Erde nur um die Gröſſe des Sonnenhalbmeſſers, oder (nach ſeiner Meynung) des Abſtandes des Mondes von der Erde würde entfernet geweſen ſeyn, wenn er 30 Tage ſpäter daſelbſt angekommen wäre (a). Dadurch, meynet man,

(a) Halleys Cometographia.

man, hätte die Erdbahn verändert werden können, das iſt, die Ellipſe der Erde wäre vielleicht in eine andre verwandelt worden, und die Umlaufszeit der Erde wäre derjenigen ungleich geworden, die ſie vorher gehabt hätte. Dies iſt der wahrſcheinlichſte Grund, welcher angeführet werden pfleget, um die Gefahr zu beſtärken, welcher die Erde durch einen Cometen unterworfen werden kann.

Man muß bekennen, daß die Erfahrung in der Sternkunde nicht hinreichet, zu beweiſen, daß eine ſolche Veränderung in der Bewegung eines Planeten oder eine gänzliche Zerſtöhrung deſſelben durch einen Cometen unmöglich ſey, ſondern man muß vielmehr bemerken, daß durch die unvermutheten Wahrheiten dieſer Wiſſenſchaft eben entdeckt worden, daß ſich dergleichen Begebenheiten unter den Planeten zutragen können. Es iſt eine fürtrefliche Erkänntniß, welche begreifen lehrt, was unter den gröſten und weit entfernten Cörpern vorgehen kann. Wenigſtens muß man es für klüger halten, ſolches vorher zu wiſſen, als in der tiefſten Unwiſſenheit darüber zu leben. Die Gefahr iſt durch ſolche Entdeckung nicht gröſſer geworden, wenn man es für ausgemacht anſehen müſte, daß ſie ſtat habe. Aber wir müſſen auch unterſuchen, ob die Gefahr würklich groß ſey. Für alles, was ſich etwa zutragen kann, darf man ſich eben nicht fürchten, denn der wenigſte Theil trift davon ein, und es iſt unnütze, für das, was geſchiehet, und für alles, was nicht geſchiehet, bange zu ſeyn.

In der ganzen Zeit, da die Aſtronomen die Bewegung der himmliſchen Cörper zu betrachten bemühet geweſen ſind, iſt nie eine ſolche Veränderung wahrgenommen, und auch aus keiner andern Unterſuchung kann geſchloſſen werden, daß dergleichen vorgegangen. Woher ſollte dann in Zukunft unter den Planeten und Cometen eine ſolche Verwirrung mehr, als in den verfloſſenen Zeiten ſtat finden? Woher weiß man, daß der Schöpfer beſchloſſen, die Bewegungen der Planeten und Cometen ſo ein-

zurichten, daß ſie einander vertreiben ſollen? Daß die Sündfluth von einem Cometen entſtanden, iſt eine Erdichtung, aber keine Beobachtung. Wenn wir Halleys Rechnung oder angegebene Gröſſe des Sonnenhalbmeſſers für richtig annehmen, ſo war doch der Comet von 1680 lange vor dem zunächſt an ſeiner Bahn liegenden Punct der Erdbahn vorbey, als die Erde daſelbſt ankam. Eben dergleichen kann ſich auch zutragen, wenn er im Jahr 2254 wiederkommt, und ſo unendlich viel mahl nachher. Denn wenn die Erde nur einen Tag früher oder ſpäter in dies gefährliche Punct ihrer Ellipſe ankommt, ſo iſt die zu befürchtende Würkung nur halb ſo groß. Auſſerdem haben wir uns bey unſerm Leben für dieſen Cometen nicht weiter zu fürchten, ſondern es kommt unſern ſpäteſten Nachkommen zu im Jahre 2254 und nachher alle 574 Jahre, als der Umlaufszeit des Cometen, für ſich abzumachen, ob ſie den 22 oder 23ſten November neuen Stiels von dieſer merkwürdigen Erſcheinung etwas zu befürchten haben.

Wenn wir uns endlich um das Schickſal der Nachwelt bekümmern wollen, ſo müſſen wir betrachten, daß Halleys Urtheil ſich auf den Gedanken gründete, den er von dem Abſtande der Sonne hatte, und daß die Sonne beynahe doppelt ſo weit von der Erde iſt, als er glaubte, da er ſeine Cometographie heraus gab. Hieraus folgt, daß der Sonnenhalbmeſſer zweymahl ſo groß ſey, als ihn Halley angab, und daß alſo der Abſtand des Cometen von dem nächſten Puncte der Erdbahn auch zweymahl ſo groß ſey, folglich die Gefahr, darin die Erde und der Comet gerathen würden, wenn ſie einander am nächſten nach der Lage ihrer Bahnen kämen, viermahl geringer als Halley befürchtete. Uebrigens haben die Sternkundige auch nicht gefunden, daß die Würkung der Cometen auf die Planeten merklich genug ſey, ob ſie gleich ziemlich nahe bey ihnen vorbey gegangen. Hieraus muß man wahrſcheinlich ſchlieſſen, daß die Erde weniger zu befürchten habe, als erwähnter Comet, und daß dieſer merklich aus ſeiner vorher beſchriebenen

denen Ellipſe abgezogen werden dürfte, unterdeß daß die Erde ſo wenig verrückt würde, daß es nicht einmahl erwähnt zu werden verdienet. Hiezu kommt noch ferner, daß die Centralkraft der Sonne vielmahl gröſſer iſt, als diejenige der Erde, ſo daß dieſe in einem gröſſern Abſtande als des Mondes wahrſcheinlich nicht viel verſchlägt, den Cometen aus ſeiner Laufbahn um die Sonne zu rücken, und noch weniger den Cometen zu zwingen, auf die Erde zu zulaufen. Man ſiehet dies daraus, daß erwähnter Comet in der Sonnennähe der Sonne ſechsmahl näher geweſen als er der Erde kommen können, und deswegen doch den Lauf in ſeiner wahren Bahn fortgeſetzet, ohne in die Sonne zu fallen.

Wir ſehen alſo, daß der Comet von 1680 für unſre Erde nicht gefährlich ſeyn kann, und wir können daraus ſchlieſſen, daß die behauptete Gefahr, womit der Lauf des Cometen der Erde drohet, mehr ein Spiel ſchwindelnder Begriffe der Einbildung ſey, als irgend eine Folge der Naturgeſetze und angeſtellter Unterſuchungen der Sternkunde. Will jemand glauben, daß es Cometen gebe, deren elliptiſche Bahnen der Erde und andern Planeten noch gefährlicher ſey, als des erwähnten von 1680, ſo muß man dagegen wiſſen, daß dergleichen noch nicht beobachtet worden; daß die Schöpfung der Cometen, ſo wie unſrer Erde, höhere Abſichten haben könne, als Furcht einzujagen und zu zerſtöhren; daß Menſchen nicht vermögend ſind, die weitgeſtreckten Abſichten der Natur zu beſtimmen; daß zufällige Begebenheiten mit dem geringſten Grund zu Hauptwürkungen gemacht werden, und daß es endlich ungereimt ſey, dieſe blos unter unzählig Millionen andrer Möglichkeiten auszuſuchen, welche die allgemeine durch die Erfahrung ſo vieler Jahrhunderte offenbarte und bekräftigte allgemeine Ordnung zerſtöhren können.

§. 36.

Die Naturkundige haben die ganze Sammlung Weltcörper,

die ſich um die Sonne bewegen, und um ihren Mittelpunct Ausſchnitte beſchreiben, die den Zeiten proportional ſind, darin die zugehörigen Bogen zurückgeleget werden, das Sonnenſyſtem genannt. Hierunter ſind alſo ſowohl Planeten als Cometen begriffen. Die Planeten gehen in Ellipſen, die nicht ſehr eccentriſch ſind; ſie können in jeder dunklen Nacht und bey klarem Himmel mit bloſſen Augen geſehen werden; aber der Schein der Sonnenſtrahlen benimmt uns ihr Licht, ſo oft die Sonne ſo nahe bey ihnen ſtehet, daß ſie kurz nach der Sonne, oder ehe es dunkel wird, untergehen, und nicht ehe vor der Sonne aufgehen, bis das Tageslicht zu ſtark wird. Mit guten Fernröhren kann man ſie alle Tage ſehen, wo ſie die Sonne nicht entweder gar bedeckt, oder doch recht ſehr nahe bey ihnen ſtehet, denn ihr Gang iſt ſo genau bekannt, daß man ſie leicht mit dem Fernrohr finden kann; Sie gehen alle ſechs nach eben der Richtung als die Erde, die zu ihnen gehöret, um die Sonne; ihre Bahnen liegen auſſer einander in der §. 34 erzählten Ordnung; ſie gehen in verſchiedenen Ebenen, aber dieſe Ebenen haben eine geringe Neigung gegen einander.

Die Cometen dagen ſind nur kurze Zeit ſichtbar, zuweilen einige Monathe, zuweilen wenige Tage; die mehreſten ſehen wolligt aus, wie die Planeten hinter dünne Wolken oder Nebel; einige haben langhängende Strahlen oder einen Schein an ſich, wie ein Bart, Haar oder Schweiff; dieſer Schein oder Schweiff gehet grade von der Sonne weg, aber ſiehet zuweilen gebogen oder aſtigt aus, wenn der Schweif ſehr lang und die Erde der Ebene nicht nahe iſt, darin der Comet ſeinen Lauf hat; einige ſehen klar aus wie die Planeten (a), andre ſehen aus, wie ein hellſcheinender Cörper oder wie Sterne im Nebel; der Schein des Cometen nimmt nach und nach ab und endlich verſchwindet er ganz. Caßini ſah 1744 einen der halb von der Sonne erleuch-

(a) Memoires 1699.

tet war, und der übrige Theil hatte einen dunklern Schein; einige Cometen gehen in eben der Richtung um die Sonne, wie die Planeten, andre in grade entgegengeſetzter Richtung; ſie kommen an und gehen in ihrer Sonnennähe näher nach der Sonne, als entweder alle oder einige Planeten; diejenigen, welche der Erde nahe kommen ſcheinen einen langen Weg an dem Himmel zu machen, aber ſehr geſchwinde, innerhalb wenig Tagen; ihre Wege ſind wenig bekannt, und man muß ſie für ſehr ablange Ellipſen oder Parabolen halten, die von den ſehr eccentriſchen Ellipſen wenig unterſchieden ſind; die Ebenen, darin die Cometen gehen, haben gegen die Ebene der Erdbahn allerhand Neigungen, gröſſere und kleinere; von ſehr wenigen hat man beobachtet, daß ſie wieder kommen, und eine gewiſſe Umlaufszeit haben; endlich iſt die Anzahl der Cometen unbekannt.

Die Planeten und Cometen auf eine aſtronomiſche und genauere Art zu beſchreiben, müſſen wir **zuerſt** ihre **Umlaufszeiten** oder die **Perioden**, in welchen ſie einmahl um die Sonne herumkommen, ſo wie ſolches §. 29. von der Erde beſchrieben iſt, bemerken. Man findet dieſelben ſo proportioniret, daß die Quadrate der Umlaufszeiten ſich wie die Würfel der mittlern Abſtände der Planeten von der Sonne verhalten; ſolchergeſtalt wenden ihren elliptiſchen Weg um die Sonne zu rollen an.

Mercur	eine Zeit von	87 Tag.	23 St.	14 Min.	34,4 Sec.	
Venus	- - -	224 -	16 -	41 -	30,6 -	
die Erde	- - -	365 -	5 -	48 -	48,9 -	
Mars	- - -	686 -	22 -	18 -	18,7 -	
Jupiter	- - -	4330 -	8 -	34 -	57,2 -	
Saturn	- - -	10750 -	13 -	14 -	42,1 -	

Dieſe Perioden ſind nicht allezeit gleich für jeden Planeten, aber dieſer Unterſcheid iſt den Saturn ausgenommen, wo er ſich auf einige Tage erſtrecket, nur geringe.

Die Perioden der Cometen ſind auſſer einigen wenigen nicht bekannt. Der berühmteſte von ihnen iſt 1456, 1531, 1607, 1682 erſchienen und von Halley vorher verkündiget, daß er 1759 wieder kommen werde, welches auch eingetroffen, daher er allgemein Halleys Comet genannt wird. Seine Periode iſt beynahe 76 Jahr, denn die Periode

von 1456	bis 1531	war	beynahe	75	Jahr	77	Tage	
= 1531	= 1607	=	=	76	=	60	=	
= 1607	= 1682	=	=	74	=	324	=	
= 1682	= 1759	=	=	76	=	179	=	(b)

Ein Comet erſchien 1661, welcher wahrſcheinlich derſelbe geweſen, der 1532 beobachtet worden. Seine Periode war damahls 128 Jahr 99 Tage beynahe; er dürfte 1403, 1273, 1145, 1017 ſichtbar geweſen ſeyn, denn in dieſen Jahren wurden Cometen wahrgenommen (c). Wir müſſen ihn 1789 im Frühling oder etwas vorher wieder zu ſehen bekommen. Halley meynet auch, daß der Comet von 1680 im Jahr 2254 wiederkommen werde, wie oben erwähnt iſt (d), und er ſetzt ſeine Periode ungefähr auf 574 Jahre; auſſerdem ſpricht er von dem Cometen von 1264, als wenn er derſelbige geweſen, der 1556 erſchienen und 1848 wieder kommen würde, oder eine Umlaufszeit von etwa 292 Jahren habe; aber dieſe Periode iſt unſicherer. Nachher ſind ſich die Cometen von 1652 und der zweete von 1759 ſehr gleich, man findet auch Cometen in den Jahren 1545, 1439, 1223, 1115, 1009, 902, 685, 363, angemerkt (e), ſo daß die Periode von 107 Jahr ungefähr einzutreffen ſcheinet, aber es iſt noch eine genauere Unterſuchung von dem Geſetze der Schwere nöthig, wenn man beweiſen will, daß dieſe Cometen ein und eben derſelbige geweſen ſind.

Eben

(b) Leçons d'Aſtronom. par Mr. de la Caille p. 289.
(c) Lubieniecii Syſtema cometicum p. 278. 245. 215 & 176.
(d) Philoſ. Tranſ. N. 325. Vergl. §. 34.
(e) Lubieniecii Syſtem. Com. p. 346. 285. 232. 206. 175. 155. 118. & 67.

Eben ſo muß man ſich auch über den Cometen von 837 äuſſern, der gewiſſermaſſen mit dem vom Jahr 1698 übereinkommt, und von welchem man glauben kann, daß er eine Periode von 143½ oder 173 Jahren habe, indem in ſolchen Jahren vorher allezeit Cometen geſehen worden; doch muß man zugleich erinnern, daß die Beobachtung von 837 ſehr unzuverläßig iſt, und die Schlüſſe daraus alſo ſehr unſicher.

Fürs Zweyte merket man von den Weltcörpern im Sonnenſyſtem, was die Ebenen ihrer Bahnen für Winkel mit einander machen, nämlich die Neigungen der Ebenen gegen die Ecliptik; denn da die Ebenen aller Bahnen durch den Mittelpunct der Sonne gehen, ſo muß eine jede die Ebene der Ecliptik in einer graden Linie ſchneiden, welche von den Aſtronomen Knotenlinie genannt wird, und deren Lage nebſt den Neigungen der Ebenen von ihnen genau beſtimmt wird. Der eine Punct, von welchem die Planeten ſich über die Ebene der Ecliptik nach Norden erheben, heiſſet der aufſteigende Knoten oder Drachenkopf, der zweete Punct, von welchen die Planeten oder Cometen ſich unter der Ecliptik nach Süden hinab ſenken, heiſſet der niederſteigende Knoten oder Drachenſchwanz. Die Lage der Knotenlinie ſelbſt wird durch den Winkel beſtimmt, welchen dieſe Linie nach Oſten oder Weſten mit irgend einer bekannten Linie in der Ecliptik macht (f). Die Aſtronomen hätten dazu wohl die Apſidenlinie der Erdbahn wählen ſollen, aber es iſt ihnen bequemer geweſen, eine andre Linie dazu zu gebrauchen, welche mit dem Abſtande der höchſten Apſide nach Oſten einen Winkel von 81° macht, und Aequinoctiallinie oder Linie der Nachtgleiche, genannt wird, deren im ſiebenten Cap. erwähnt werden wird.

Drittens wird die Lage der Apſidenlinie eines jeden Planeten oder Cometen angeführet. Aber die Cometen ſind nur bey ihrer niedrigſten Apſide ſichtbar, oder in der Sonnennähe, deswegen

(f) Der aufſteigende Knoten wird mit ☊, der niederſteigende mit ☋ bezeichnet.

gen iſt hier die Bemerkung der Sonnennähe ſo wohl für die Planeten als Cometen gewählt worden. Die Linien des Abſtandes der Sonnennähe liegen die Erde ausgenommen nicht in der Ebene der Eccliptik, ſondern werden auf dieſe Ebene zurückgeführet (g) und die Lage dieſes reducirten Abſtandes wird durch den Winkel, den er mit der Linie der Nachtgleiche macht, gemeſſen. Daneben wird die Verhältniß dieſes Abſtandes zum mittlern Abſtande der Erde, die = 1 angenommen wird, angegeben.

Endlich wird noch viertens die Epoche angemerkt, das iſt die Zeit, da der Planet oder Comet in ſeiner Sonnennähe anlanget. Der Buchſtabe R wird bey den Cometen geſetzt, deren Lauf rückwärts gerichtet iſt, oder die ſich grade gegen die Richtung der Planeten bewegen. Alle übrige Cometen laufen mit den Planeten nach einerley Richtung. Dies ſind die angelegenſten Umſtände, welche bey einem Planeten oder Cometen in Acht zu nehmen ſind, und ſie werden von den Aſtronomen Elemente oder Grundſätze für eines jeden Theorie genannt. Beygeſetzte Tabelle enthält ſolche Elemente für die Planeten und alle bekannte Cometen.

Planeten

(g) Der Abſtand der Planeten und Cometen wird auf folgende Art auf die Ebene der Eccliptik reduciret oder zurückgeführet: Man läſſet von dem Planeten oder Cometen eine Linie ſenkrecht auf die Ebene der Ecliptik herab; das Durchſchnittspunct dieſer Linie verbindet man durch eine grade Linie mit dem Mittelpunct der Sonne; und dieſe Linie giebt den Winkel, welchen der Abſtand mit irgend einer bekannten Linie macht, die durch den Mittelpunct der Sonne in ſelbiger Ebene gezogen wird, z. E. mit der Linie der Nachtgleiche.

Planeten	Aufſt. Knoten ☊	Neigung der Bahn.	Niedrigſte Apſid.	Abſtand der Sonnennähe.	Epochen der Sonnennähe in Upſal.
☿ Mercur	45° 47′ 20″	1° 23′ 20″	73 53′ 54″	0,2066	1780 Jun. 19 T. 5 St 16′ 10″
♀ Venus	74 39 20	0 51 40	127 47 00	0,7181	1780 Apr. 12 = 23 10 40
♁ die Erde	0 0 0	0 0 0	279 00 00	0,9831	1780 Dec. 29 = 12 52 58
♂ Mars	48 16 30	1 3 20	332 08 40	1,3788	1781 Sept. 15 = 16 12 40
♃ Jupiter	98 40 45	1 23 20	11 09 45	4,9475	1779 Nov. 14 = 0 51 10
♄ Saturn	111 25 30	0 30 0	90 03 54	8,9872	1767 Dec. 14 = 15 37 10

Cometen			Aufſt. Knot.	Neig. der Bahn.	Niedr. Apſ.	Abſt. der Sonnennähe	Epochen der Sonnennähe in Upſal.				
1	Jahr	837	206°33′00″	11°00′00″	289°03′	0,5800	837	März	1T	00St	00′R
2	"	1231	13 30 00	6 05 00	134 48	0,9478	1231	Jan.	30	8	00 R
3	"	1264	178 45 00	30 25 00	275 55	0,4108	1264	Jul.	17	7	11
4	"	1299	107 08 00	68 57 00	3 20	0,3179	1299	März	31	8	39 R
5	"	1301	15 00 00	70 00 00	300 00	0,4467	1301	Oct.	22	0	0 R
6	"	1337	84 21 00	32 11 00	37 59	0,4066	1337	Jun.	2	7	35 R
7	"	1456	48 30 00	17 56 00	301 00	0,5855	1456	Jun.	8	23	11 R H. Com.
8	"	1472	281 46 20	5 20 00	45 33½	0,5427	1472	Febr.	28	23	34 R
9	"	1531	49 25 00	17 56 00	301 39	0,5670	1531	Aug.	24	22	28 Hall. Com.
10	"	1532	80 27 00	32 36 00	111 07	0,5091	1532	Oct.	19	23	22
11	"	1533	127 42 00	46 30 00	156 38	0,1525	1533	May	25	11	33
12	"	1556	175 42 20	32 06 30	278 50	0,4939	1556	April	21	21	13
13	"	1577	25 52 00	74 32 45	129 22	0,1834	1577	Oct.	26	19	55 R
14	"	1580	18 57 20	64 40 00	109 06	0,5963	1580	Nov.	28	16	10
15	"	1585	37 42 30	6 04 00	8 51	1,1093	1585	Oct.	7	20	30
16	"	1590	165 30 40	29 40 40	216 54	0,5766	1590	Febr.	8	4	55 R
17	"	1593	164 15 00	87 58 00	176 19	0,8911	1593	Jul.	18	14	48
18	"	1596	312 12 30	55 12 00	228 16	0,5129	1596	Aug.	10	21	5 R
19	"	1607	50 21 00	17 02 00	302 16	0,5868	1607	Oct.	26	5	00 R H. Com.
20	"	1618	293 25 00	21 28 00	318 20	0,5130	1618	Aug.	17	4	13
21	"	1618	76 01 00	37 34 00	2 14	0,3797	1618	Nov.	8	13	33
22	"	1652	88 10 00	79 28 00	28 19	0,8475	1652	Nov.	12	16	50

Cometen		Aufſt. Knot.	Neig. der Bahn.	Niedr. Apſ.	Abſt. der Sonnennähe.	Epochen der Sonnennähe in Upſal.					
23	Jahr 1661	82° 30′ 30″	32° 35′ 50″	115° 59′	0,4485	1661	Jan.	27 T.	0 St.	51′	
24	= 1664	81 14 00	21 18 30	130 41	1,1026	1664	Dec.	4	13	4	R
25	= 1665	228 02 00	76 05 00	74 54	0,1065	1665	April	24	6	25	R
26	= 1672	297 30 30	83 22 10	46 59	0,6974	1672	Mars	1	9	47	
27	= 1677	236 49 10	79 03 15	137 37	0,2806	1677	May	6	1	47	R
28	= 1678	161 40 00	3 04 20	327 46	1,1238	1678	Aug.	26	15	13	
29	= 1680	272 02 00	60 56 00	262 39	0,0061	1680	Dec.	18	1	16	
30	= 1682	50 48 00	17 42 00	301 36	0,5825	1682	Sept.	14	22	32	R H. Com.
31	= 1683	173 23 00	83 11 00	85 29	0,5602	1683	Jul.	4	4	0	R
32	= 1684	268 15 00	65 49 00	238 52	0,9601	1684	Jun.	8	11	26	
33	= 1686	350 34 40	31 21 40	77 00	0,3250	1686	Sept.	16	15	43	
34	= 1689	323 45 20	69 17 00	263 45	0,0169	1689	Dec.	1	16	6	R
35	= 1698	267 44 15	11 46 00	270 51	0,6913	1698	Oct.	18	18	7	R
36	= 1699	321 45 35	69 20 00	272 31	0,7440	1699	Jan.	13	9	33	R
37	= 1702	189 25 15	4 30 00	138 41	0,6459	1702	Mars	13	15	23	
38	= 1706	13 11 40	55 14 10	72 29	0,4258	1706	Jan.	30	5	33	
39	= 1707	52 46 35	88 36 00	79 55	0,8597	1707	Dec.	12	0	40	
40	= 1718	128 43 00	30 20 00	121 30	1,1027	1718	Jan.	15	0	49	R
41	= 1723	14 16 00	49 59 00	42 52	0,9986	1723	Sept.	27	17	21	R
42	= 1729	310 35 15	77 01 58	313 15	4,0699	1729	Jun.	23	7	46	
43	= 1737	226 22 00	18 23 45	325 55	0,2228	1737	Jan.	30	9	31	
44	= 1739	207 25 14	55 42 44	102 39	0,6736	1739	Jun.	17	11	10	R
45	= 1742	185 38 29	66 59 14	217 35	0,7657	1742	Febr.	8	5	49	R

Cometen		Aufſt. Knot.	Neig. der Bahn.	Niedr. Apſ.	Abſt. der Sonnennähe.	Epochen der Sonnennähe in Upſal.					
46 Jahr	1743	78°21′15″	2°19′33″	92°42′	0,8350	1743	Jan.	10 T.	21 St	36′	
47 =	1743	5 16 25	45 48 20	246 34	0,5205	1743	Sept.	20	22	27	R
48 =	1744	45 45 11	47 05 18	197 10	0,2225	1744	März	1	9	14	
49 =	1747	147 18 50	79 06 20	277 02	2,1985	1747	März	3	8	21	R
50 =	1748	232 52 16	85 26 57	215 01	0,8407	1748	April	28	20	35	
51 =	1748	34 39 43	56 59 03	279 09	0,6553	1748	Jun.	18	2	34	
52 =	1757	274 05 50	12 39 06	122 39	0,3391	1757	Oct.	21	10	43	
53 =	1758	290 50 09	78 59 22	53 24	0,2153	1758	Jun.	11	4	28	
54 =	1759	53 49 00	17 39 00	303 16	0,5835	1759	März	12	14	42	R H. Com.
55 =	1759	139 39 24	78 59 22	53 24	0,7985	1759	Nov.	27	3	29	
56 =	1759	79 50 45	4 51 32	138 25	0,9660	1759	Dec.	16	22	14	R
57 =	1762	139 02 22	85 03 02	104 30	1,0099	1762	May	28	8	2	
58 =	1763	356 00 00	72 42 00	84 43	0,4991	1763	Nov.	1	19	40	
59 =	1764	120 00 07	52 47 00	15 26	0,5567	1764	Febr.	12	14	41	R
60 =	1766	244 11 00	40 50 00	143 15	0,5053	1766	Febr.	17	9	56	R
61 =	1766	47 22 00	8 19 00	206 05	0,6368	1766	Apr.	17	1	27	R
62 =	1769	175 07 00	40 49 00	144 11	0,1227	1769	Oct.	7	14	59	
63 =	1770	136 39 05	1 44 29	356 07	0,6296	1770	Aug.	9	1	21	
64 =	1770	108 42 10	31 25 55	208 23	0,5282	1770	Nov.	22	23	7	R
65 =	1771	27 49 37	11 16 44	103 48	0,9019	1771	Apr.	19	1	41	

Auſſer

Auſſer den angeführten ſind noch viele Cometen geſehen worden, aber wir haben keine dienliche Beobachtungen, woraus ihre Elemente berechnet werden können. Einige dürften öfter wahrgenommen ſeyn, wie von einigen wenigen bemerkt worden iſt, aber die rechte Anzahl der Cometen wird noch lange unbekannt bleiben. Diejenigen, welche wir kennen, belaufen ſich wenigſtens auf 57.

Bey den Planeten bemerken die Aſtronomen noch weiter, daß, wenn der mittlere Abſtand der Erde von der Sonne = 1 iſt, die Eccentricität für

Mercur	0,0810	
Venus	0,0052	
die Erde	0,016849	
Mars	0,1415	
Jupiter	0,2505	
Saturn	0,5430	
Hall. Comet	17,592259	ſey.

Aber der Abſtand der höchſten Apſide iſt für

Mercur	0,4686
Venus	0,7285
die Erde	1,016849
Mars	1,6652
Jupiter	5,4515
Saturn	10,0809
Hall. Comet	18,659259

Endlich muß noch angemerkt werden, daß um einige Planeten ſich andre kleine Weltcörper bewegen, welche **Monde** oder **Trabanten** (Satellites) genannt werden. Um die Erde beweget ſich der Mond, von deſſen Bewegung im nächſten Capitel gehandelt werden wird. Um den Jupiter laufen vier Monde, und jeder beſchreibt um Jupiters Mittelpuncr Ausſchnitte, die den Zeiten proportional ſind, darin die zugehörige Bogen zurückgeleget werden. Gleichergeſtalt giebt es fünf Trabanten, die in ihren Bah-

 nen

nen um den Saturn gehen. Der Venus wird von einigen Aſtronomen auch ein Mond beygeleget, welche behaupten, daß ſie ihn nahe an der Venus geſehen haben; aber die mehreſten haben vergeblich nach dieſem Mond geſucht, und bleiben darüber im Zweifel. Alle Monde bewegen ſich mit dem Planeten nach einerley Richtung, und ihre Kreiſe ſind circulförmig oder ſo wenig eccentriſch, daß man die rechte Figur der Ellipſen durch Beobachtung nicht finden kann, den Mond der Erde ausgenommen, deſſen hier nicht erwähnet werden darf. Bey jedes Planeten Monden, ſind die Würfel der Abſtände von dem Hauptplaneten in dem Verhältniſſe der Quadrate der Umlaufszeiten, und ſind beſtimmt, wie hier folget:

Abſtände der Jupiters Monde				Umlaufszeiten	
des erſten	5,7	Halbm. Jupit.		1 Tag	18 Stunden.
des zweyt.	9	-	-	2	13
des dritt.	24,4	-	-	7	4
des vierſ.	25,3	-	-	16	17

Abſtände der Saturns Monde.				Umlaufszeiten.	
des erſten	4,9	Halbm. Saturns.		1 Tag	21 Stunden.
des zweyt.	6,3	-	-	2	18
des dritt.	8,8	-	-	4	12
des vierſ.	20,3	-	-	15	23
des fünft.	59,2	-	-	79	8

Auſſerdem iſt Saturn mit einem Ringe umgeben, deſſen Halbmeſſer ſich zu Saturns Halbmeſſer wie 7 zu 3 verhält. Dieſer Ring iſt nicht anhängend, ſondern frey von Saturns Cörper, und ſtellet durch gröſſere Sehröhre eine prächtige Erſcheinung dar, die an dem ganzen Himmelsgewölbe ihres gleichen nicht hat.

Dies iſt ein kurzer Begriff von unſerm Sonnenſyſtem, deſſen Gröſſe im ſiebenten Capitel beſtimmt werden wird, da wir zugleich lernen werden, mit welcher Wahrſcheinlichkeit viele ſolche

Son-

Sonnenſyſteme in dem unbeſchreiblichen und unermeßlichen Himmelsraum angenommen werden können.

§. 37.

Bey Betrachtung der groſſen Anzahl Weltcörper in unſerm Sonnenſyſtem und daß jeder derſelben eine Welt, wie unſre Erde ausmache, müſſen wir über die groſſen Gedanken, welche die Sternkunde mittheilet, erſtaunen, inſonderheit da wir wiſſen, daß wir den ganzen Reichthum dieſes Sonnenſyſtems noch nicht kennen, ungeachtet es von den Fixſternen unterſchieden iſt. Wir müſſen glauben, daß es mehrere Cometen giebt, die noch nicht ſo genau beobachtet ſind, daß ſie auf aſtronomiſche Weiſe beſchrieben werden können; wir können ſchlieſſen, daß ſich Cometen finden, die ihrer Entfernung wegen durch unſre Sehröhre nicht geſehen werden können: Man könnte vermuthen, daß ſich ein ganzer Haufen um die Sonne bewege, ohne ihr näher als Saturn oder Jupiter zu kommen; denn unter denen, die aufgezählet worden, finden ſich nur zween, deren Sonnennähe derjenigen vom Mars gleich kommt, nämlich von den Jahren 1729 und 1747, die übrigen alle bis auf ſechſe kommen der Sonne näher als die Erde; es iſt nicht wohl glaublich, daß alle Cometen ſich ſo bewegen ſollten, ſondern es müſſen einige und vielleicht die meiſten weiter von der Sonne entfernet ſeyn als die Erde.

Hier könnten noch verſchiedene Anmerkungen von den Cometen angeführet werden, wenn ſie eigentlich die Abſicht gegenwärtiger Abhandlung ausmachten. Aber ſie werden der Kürze wegen weggelaſſen, und ich will nur noch allein erinnern, wie einige auf den Satz verfallen ſind, daß erwähnte Monde der Planeten vordem Cometen geweſen ſind, deren Wege nahe an den Planetenbahnen gelegen, denen ſie nun folgen müſſen, und von welchen ſie vor langen Zeiten gleichſam aufgegriffen, jeder um ſeinen Hauptplaneten zu dienen. Dieſer Gedanke ſcheinet artig ge-

nug

nug zu ſeyn, gleichſam als wenn die menſchliche Vernunft, nachdem ſie von der Wiſſenſchaft unterſtützt worden, in der Haushaltung des Schöpfers mit den himmliſchen Cörpern etwas erdenken könnte; er ſcheinet auch zuerſt nicht ſo zerſtöhrend, als wenn die Cometen ſo angeſehen werden, daß ſie nur zum Untergange oder Zerſtreuung, Verdrengen und Verbrennen abzielen; er ſcheinet von einer Begierde die Veränderungen der Natur zu kennen entſprungen zu ſeyn, und den himmliſchen und groſſen Weltcörpern einen den irrdiſchen Cörpern analogiſchen Wechſel mitzutheilen; aber der Satz ſelbſt iſt doch beydes ungewiß und ungegründet.

Vor etwa 140 Jahren entdeckten Marius und Galiläus die Jupiters Trabanten vermittelſt der Sehröhre und vor ungefähr hundert Jahren, als Huygens und Caßini ſich gröſſere Sehröhre anſchaften, wodurch die Saturns Monde geſehen werden konnten, wurden auch dieſe von ihnen aufgefunden. Aber von dieſer Zeit an hat man bey dieſen Planeten weder irgend einen neuen Mond entdeckt, noch iſt, ſo viel bekannt iſt, irgend ein andrer Planet ſo glücklich geweſen, ſich einen Cometen zum beſtändigen Gefolge anzuſchaffen. Daher kann ſolcher Gedanke nicht für etwas mehr als eine Vermuthung gelten. Aber die Wahrſcheinlichkeit verſchwindet ganz, wenn man bedenket, daß alle Monde um ihren Hauptplaneten nach ein und eben derſelben Richtung gehen und die Beobachtung faſt eine gleiche Anzahl ſolcher Cometen darſtellet, deren Bewegung der Richtung der Erde entgegengeſetzt iſt, und ſolcher, deren Bewegung ſolcher Richtung folgt.

Wären die Cometen in Monden verwandelt worden, ſo würde ein und anderer wenigſtens eine ſehr eccentriſche Bahn gehabt und dadurch ſeinen Urſprung gezeiget und ſein altes Herkommen bewieſen haben. Man müſte auch nicht gefunden haben, daß die Bahnen aller Monden eine geringe Neigung gegen die Bahnen ihrer Hauptplaneten haben. Man hätte auch ohne allen

len Zweifel einige Monden gefunden, die ſo wie die meiſten Cometen mit einem ſchwächern Schein um den Cörper als ihren Kern umgeben wären und man müſte an einen oder andern eine Spur von einem Schweif ſehen, welches doch an keinem wahrgenommen wird.

Auſſer dem angeführten muß man merken, daß alle Beobachtungen ergeben, daß die Schweife der Cometen bey ihrer Annäherung zur Sonne gröſſer werden, oder daß der Cörper des Cometen durch die Würkung und Wärme der Sonne gar ſehr verändert werde, daher die Climate der Cometen ganz anders als der Planeten ihre beſchaffen ſeyn müſſen, die keine Cometenſchweiſe haben und in ihrer ganzen Umlaufszeit faſt einerley Abſtand behalten. Man muß daraus ſchlieſſen, daß ein Comet, welcher von einem Planeten zum Mond geraubt würde, ſeiner innern Natur nach ganz umgeſchaffen werden müſſe, wenn er beſtehen ſollte, und daß der Herr der Welt in ſolchem Fall aufs neue Hand an den Cometen legen müſſe, dieſe Unordnungen wieder ins Geleiſe zu bringen, welches mit den ruhigen und gleichförmigen Geſetzen, die in dem Sonnenſyſtem wahrgenommen werden, nicht übereinkommt. Diejenigen, welche die Abänderung der Bahnen der Cometen um die Sonne in andre um die Planeten glauben, ſcheinen dabey allein an die Aenderung in der Richtung und den Weg der Bewegung zu denken, gleich als wenn der Lauf der Weltcörper ihr ganzes Weſen ausmachte.

Die Abſicht des Schöpfers mit den Cometen kann nicht blos darin beſtehen, daß ſie um die Sonne oder irgend einen andern Weltcörper laufen ſollten, indem die vorerwähnte Veränderung in ihrem Ausſehen ganz andre Zwecke entdecket, ob ſie gleich einzeln und beſonders nicht angezeiget werden können. Die Abwechſelung, die ſich dabey auf dem Cörper oder der Oberfläche des Cometen zuträgt, muß ſich für die cometiſchen Einwohner ſchicken, und wenn ſolche Abwechſelung aufhöret, ſo müſſen dieſe

Einwohner umkommen, ſo wie die Bewohner der Erde überhaupt ſterben würden, wenn unſre Kugel ihre Bahn in eine cometiſche oder ſehr eccentriſche Ellipſe änderte. Wir müſſen hieraus lernen, daß wir unſern Gedanken nicht weiter zu gehen erlauben, als uns die Erfahrung unterrichtet, gleichſam als wenn wir der Natur voreilen und neue Wege, die ſie uns nicht ſelbſt entdeckt, ausmachen könnten; wir werden dann gleich genöthiget umzukehren, und wie es ſich gebühret ihr auf die Spur zu gehen und getreu zu folgen, bis ſie uns ihre Wege gelehrt hat, und dann können wir ſie vorausſagen.

Es iſt daher ſehr wahrſcheinlich, daß die Cometen eben ſo ſicher für die Planeten ſind, nicht von ihnen gefangen genommen zu werden, als die Planeten auſſer Gefahr ſind, durch die Cometen in Brand geſetzt zu werden, und daß der Herr der Natur einen unermeßlichen Reichthum verſchiedener Abſichten über jede Art Cörper ausgegoſſen habe, welche zu berechnen die Gabe unſers Geiſtes nicht hinreicht.

§. 38.

Ehe wir die Merkwürdigkeiten des Sonnenſyſtems ganz verlaſſen, müſſen wir noch einige Folgen von dem allgemeinen Geſetz der Schwere hinzufügen, das für die Erde bewieſen worden. §. 33. Denn ſo wie alle Planeten und Cometen elliptiſche Bahnen beſchreiben, ſo müſſen ſie auch alle von der Centralkraft der Sonne zurückgehalten werden, die in eben dem Verhältniſſe abnimmt, als die Quadrate der Abſtände zunehmen. Und obgleich die Bahnen der Jupiters und Saturns Trabanten für kreisförmig angenommen werden, ſo iſt nicht allein klar, daß ihre kreisförmige Bahnen beſchrieben werden können, wenn ſie nach ſelbigem Geſetz gegen ihre Hauptplaneten ſchweren oder gezogen werden, ſondern es iſt auch erweislich, daß berührtes Geſetz der Schwere würklich ſtat findet. Es ſey nämlich in I der Jupiter

(Fig. 29) und zween ſeiner Monde bewegen ſich von dem Halbmeſſer IA in den Kreiſen adc, ADC und es ſeyn t, und T ihre Umlaufszeiten; die Bogen ad, AD, welche von ab und AB in a und A berühret werden, ſollen in gleicher Zeit zurückgeleget, und db und DB mit IA parallel gezogen ſeyn; IB ſchneide ab in β, und $\beta\delta$ ſey parallel mit IA; ſo ſind bd und BD gleichzeitige Würkungen der Schwere der Monde gegen Jupiter, und verhalten ſich wie die anziehenden Kräfte in a und A; es iſt aber $bd : \beta\delta = (Iad)^2 : (Ia\delta) = ad^2 : a\delta^2$ (a), und $\beta\delta : BD = Ia : IA$, ingleichen $a\delta^2 : AD^2 = Ia^2 : IA^2$; daher muß $bd : BD = Ia \,.\, ad^2 : \frac{Ia^2 \,.\, AD^2}{IA} = \frac{ad^2}{Ia} : \frac{AD^2}{IA}$ ſeyn. Nun iſt $\frac{ad^2}{Ia} : \frac{AD^2}{IA} = \frac{1}{t^2} : \frac{1}{T^2}$ alſo wird $\frac{bd}{Ia} : \frac{BD}{IA} = T^2 : t^2 = IA^3 : Ia^3$ (§. 36), oder $bd : BD = AI^2 : Ia^2$, das iſt die Kräfte in A und *a* verhalten ſich umgekehrt wie die Quadrate der Abſtände I*a* und IA. Eben dies erhält man auch, wenn die Halbmeſſer I*a* und IA nicht zuſammenfallen, man macht alsdenn nur die Winkel $aI\beta$ und AIB gleich groß. Es gilt alſo das allgemeine Geſetz der Schwere nicht allein bey jedem Planeten allein und für ſich ſelbſt in ſeiner Bahn um die Sonne, ſondern hat auch ſtat bey den Jupiters und Saturns Monden. Ja die Planeten und Cometen werden ſämmtlich von dieſem Geſetze regieret, ſo lange die Quadrate ihrer Umlaufszeiten ſich wie die Würfel ihrer mittlern Abſtände verhalten. Es ſeyn A und *a*, die Gröſſen zwoer Ellipſen, welche Bahnen zweer Planeten oder Cometen ſind; und *d*A, *da* zween unendlich kleine gleichzeitige Sectors, das iſt, welche in gleichen Zeiten beſchrieben ſind. Es ſeyn T und *t* die Umlaufszeiten D

(a) §. 35.

und d die gröſſere Axen, P und p die Parameter, ſo iſt $T:t = \frac{A}{dA} : \frac{a}{da}$ oder $T^2 . dA^2 : t^2 . da^2 = A^2 : a^2$. Es iſt aber $A^2 : a^2 = D^3 P : d^3 p$ und nach der Vorausſetzung $T^2 : t^2 = D^3 : d^3$, alſo wird $dA^2 : da^2 = P : p$. Wenn nun (Fig. 30) zweene Cörper um S in einerley Zeit die unendlich kleine Bogen MN, mn, beſchreiben, ML und ml dieſelben in M und m berühren, NR und nr ſenkrecht auf SM, Sm und NL, nl ſenkrecht auf ML und ml ſind, es mag nun SM mit Sm zuſammenfallen oder nicht, ſo müſſen LN und ln gleichzeitige Würkungen der Centralkräfte nach S ſeyn. Nun iſt $LN : ln = \frac{NR^2}{P} : \frac{nr^2}{p}$ (§. 33. n. 11.) und $dA = \frac{1}{2} SM . NR$, $da = \frac{1}{2} . Sm . nr$, oder $P : p = SM^2 . NR^2 . Sm^2 . nr^2$; daher wird $LN : ln = \frac{1}{SM^2} : \frac{1}{Sm^2}$. Das iſt, alle Planeten oder Cometen werden in ihren elliptiſchen Kreiſen durch eine Centralkraft geführet, deren Würkungen ſich umgekehrt wie die Quadrate der Abſtände verhalten.

Man findet hieraus, daß auf alle Planeten oder Cometen einerley Kraft der Schwere gegen die Sonne würket, * und daß Jupiter und Saturn gleiche Kraft auf ihre Monden anwenden. Dies giebt Anleitung zu glauben, daß ein ſo allgemeines Geſetz auf alle Cörper gegen einander würke, welches die Aſtronomen, welche dieſe Sache unterſucht, durch ihre Beobachtungen und Berechnungen von Saturns Gang beſtärket haben, und welches auch Clairaut und D'Alembert durch ihre Theorie von Halleys Cometen erläutert haben. Wir werden im nächſtfolgenden Capitel ſehen, wie die Sonne den elliptiſchen Weg des Mondes um die Erde abändert. Fleißige Unterſuchungen haben entdeckt, daß die Jupiters Monden gegen einander dergleichen Abweichungen würken; und die Würkung des Mondes auf das Meer zur Ebbe und

Fluth

Fluth an dem Meerſtrande iſt unſtreitig. Dieſe Erſcheinungen überzeugen uns einhellig, daß alle Cörper einander nach dem erwähnten Geſetze der Schwere anziehen.

Das Geſetz der Schwere iſt in unſerm Sonnenſyſtem als ein Band zwiſchen den Cörpern anzuſehen, und iſt dasjenige, wodurch alle krumlinigte Bewegungen in ihrer Kraft erhalten werden. Aber es könnte uns leicht dünken, daß die vielfältigen anziehenden Kräfte, die nach verſchiedenen Richtungen würken, eine Unordnung in Bewegung der Planeten verurſachen dürften. Hiegegen muß man bedenken, daß die gegenſeitigen Anziehungen periodiſch abwechſeln, und alſo jeder Cörper für ſich die hervorgebrachten Abweichungen wieder erſetzet; die Würkung der Anziehungen der Planeten unter einander iſt auch ſehr klein, ſo daß viele tauſend Jahrhunderte dazu gehören dürften, ehe dieſe Veränderungen von Bedeutung werden, wenn auch dieſe Abweichungen nach einerley Richtung fortgiengen und nicht wieder berichtiget würden. Vielleicht ſind ſolche Irrungen, wie ſie genannt werden, nöthig zur Erhaltung des Sonnenſyſtems, und den Unordnungen vorzubeugen, welche zu erforſchen alle bisherige Erfahrungen nicht zureichen.

Einige haben geglaubt, daß der Lauf der Planeten durch den Widerſtand des Mittels, darin ſie ſich bewegen, mit der Zeit langſamer werde; daß ſie ſich alſo der Sonne nähern dürften, und ihre Bahnen kleiner würden, daß ſie folglich mit der Zeit in die Sonne laufen, von ihr in Brand geſetzt und mit ihr vereinigt würden. Aber dieſe menſchliche Weiſſagung iſt für den Schöpfer nicht würdig genug, und es iſt am ſicherſten nicht über die Anſtalten des Allmächtigen zu muthmaſſen; denn unſer Verſtand reichet nicht weit genug, die Geſetze der Natur vorher zu ſagen, ehe die Erfahrung ſie gelehrt oder entdeckt hat. Der Grund zu dieſer Muthmaſſung iſt kein anderer, als der geringe Unterſcheid den die Aſtronomen zwiſchen ihren und Hypparchs

oder Ptolemäus Beobachtungen entdecken, welcher gleichwohl nicht von Verminderung der Geschwindigkeit herrühret, sondern von den auſſer Acht gelaſſenen Ungleichheiten, welche die elliptiſche Bewegung der Erde begleiten, und von ihrer Gemeinſchaft mit den Planeten (b). Man hat 1680 einen Cometen nahe bey der Sonne vorbey laufen ſehen §. 34., ohne daß er von ihr verſchlungen oder in die Sonne gerückt werden. Man kann alſo von dem künftigen Schickſal der himmliſchen Cörper mit keinem Grunde urtheilen, ehe man nach den gegebenen Geſetzen eine genaue Ausrechnung von dem Verhältniß der Bewegungen dieſer Cörper gemacht hat, welche Arbeit ſowohl ſchwer als weitläuftig iſt, und auch von denenjenigen, welche den Untergang der Planeten in Vorſchlag gebracht haben, noch nicht verrichtet worden, und welche bey der Unwiſſenheit, darin wir über die Anzahl der Cometen und der Lage ihrer Bahnen ſind, ganz unmöglich wird.

§. 39.

Die Bewegung der Erde die §. 33. aus den Würkungen der Sonne erkläret worden, wird durch die Beſchreibung des Sonnenſyſtems noch mehr erläutert, und man findet zugleich, daß die übrigen Planeten die Erde hindern können, mit geometriſcher Genauigkeit der Würkung der Sonne ſo zu folgen, wie in dem Falle geſchehen würde, wenn ſich die Erde allein um die Sonne bewegete. Daher geſchiehet es, daß die Erde weder beſtändig in einer und eben derſelben Ebene läuft, noch beſtändig einer und eben derſelben geometriſchen Ellipſe folgt.

Wir wollen zuerſt die Abweichung der Erde von ihrer Ellipſe betrachten, welche eigentlich vom Monde, Venus und Jupiter bewürket wird. Der Mond iſt ihr am nächſten und kann daher eine merklichere Kraft ausüben, ungeachtet er vielmahl kleiner als die Erde iſt. Die Kraft des Mondes iſt gleichwohl geringer

(b) Aſtronomie par de la Lande Liv. IV. §. 590.

ringer als der Venus, welche der Erde an Gröſſe beynahe gleich iſt, und in ihrer nächſten Lage, wenn ſie zwiſchen der Sonne und Erde iſt, eine ſo groſſe Entfernung von der Erde hat, daß der Weg der Erde wenig verändert wird. Jupiter iſt viel entfernter, aber auch vielmahl gröſſer, als die Erde, ſo daß ſeine Würkungen diejenigen des Mondes übertreffen, aber geringer als der Venus ſind. Mercur iſt zu klein und zu weit entfernt von der Erde, daher man nicht vermuthet, daß er einige merkliche Irrung in ihrer Bewegung verurſache, indeſſen hat ſeine Kraft noch nicht erforſchet werden können, eben ſowohl als des Mars, ob er gleich der Erde näher iſt, wenn ſie zwiſchen dem Mars und der Sonne gehet; aber er iſt viel kleiner als die Erde, und hat daher wenig Kraft. Saturns groſſer Abſtand verurſachet wohl, daß die Bewegung der Erde von ihm nicht ſo viel geändert wird, daß man darauf rechnen dürfte. Die Wege der Cometen ſind meiſtens unbekannt, zuſammt der Stärke ihrer anziehenden Kräfte, ſo daß man nicht beurtheilen kann, was ſie für Irrungen bewürken dürften; unterdeſſen wiſſen wir, daß diejenigen, welche man etwas nahe bey der Erde vorbey gehen gefunden hat, keine merkliche Veränderungen in ihrem Gange gewürkt haben, ſondern daß die Erde nach wie vor der Ausrechnung ſo genau gefolget iſt, als wenn uns nie ein Comet zu Geſichte gekommen wäre.

Man kann übrigens ſchlieſſen, wie klein dieſe Würkungen ſind, da die anziehenden Kräfte des Mondes, der Venus und Jupiters zuſammen genommen in dem Gange der Erde nie eine gröſſere Irrung als etwa 2 Zeitſecunden Misrechnung verurſachen würden. Und auch dies iſt ſehr ſelten, daß die Irrungen zu dieſer Gröſſe gehen. Denn die Würkungen der Kräfte ſind jede für ſich allein genommen in ihren Perioden ungleich, und ziehen einander entgegen, ſo daß die Summe ihrer Würkungen nicht ſo weit gehet; dies geſchiehet allein in dem Falle, wenn ſie übereinkommen und zugleich am ſtärkſten würken. Die erregten

kleinen

kleinen Irrungen ſtreben zuweilen den Gang der Erde zu beſchleunigen, zuweilen ihn zu verzögern, und da die Würkungsperioden des Mondes, der Venus und Jupiters untereinander ungleich ſind, ſo wird die ganze Umwechſelung ſehr complex und es werden viele Jahrhunderte erfordert, ehe ſie in ihr erſtes Geleiſe und Ordnung wieder hergeſtellet werden.

Das merkwürdigſte iſt, daß dieſe kleinen Irrungen die Apſidenlinie in jeder Planetenbahn verrücken, ſo daß die Ellipſen ſelbſt ſich gleichſam nach der Richtung des Ganges der Planeten um die Sonne zu drehen ſcheinen; die jährliche Bewegung der Apſidenlinie in den elliptiſchen Bahnen iſt folgende:

Für den Mercur	30″	
die Venus	36″	ungefähr
die Erde	$15\frac{1}{8}$	
den Mars	20	
den Jupiter	30	
den Saturn	18	

Wir müſſen nun noch die Veränderung beſchreiben, welche mit der Ebene ſelbſt, darin die Bahn der Erde liegt, vorgehet, und auf welche Art die nächſten Planeten dieſelbe zu bewürken vermögen. Die Erde gehe in ihrer Bahn von T nach t (Fig. 31) da Jupiter in I ſtehet und die Ebene der Erdbahn ſchneide Jupiters Bahn in ☊N, ſo muß die Erde der Würkung Jupiters folgen und ſich wiewohl nur wenig in der Ebene, welche durch die Mittelpuncte der Sonne, der Erde und Jupiters gehet, verrücken. Die Tangente in t treffe Jupiters Bahn in N, ſo liegt N in der Knotenlinie S☊ und wenn die Erde, an ſtat nach t zu gehen, ſich gegen den Jupiter um ti beweget, ſo wird Ti Jupiters Bahn in n erreichen, und die Knotenlinie hat ſich der Richtung der Bewegung der Erde entgegen beweget, welches die Aſtronomen das zurückgehen der Knoten nennen. Man könnte hieraus ſchlieſſen, daß die Neigung der Erdbahn hiedurch verändert

dert würde, allein da die Würkungen ſehr klein und die Bewegung der Knoten ſehr geringe iſt, ſo haben die Aſtronomen weder durch Rechnung noch Beobachtungen einige Veränderung hierin entdecken können. Das Zurückgehen der Knoten iſt vom Delalande beſtimmt (a)

für den Mercur	8″,36′
die Venus	19, 12
die Erde	12, 59
den Mars	20, 06
den Jupiter	8, 68
den Saturn	17, 91.

Hiernach werden ſie ſich auf der Ebene der Eccliptik folgender Geſtalt bewegen (b)

die Knoten Mercurs	—	5″,02
der Venus	—	20, 37
des Mars	—	10, 50
Jupiters	+	7, 20
Saturns	—	8, 71

Sechstes Capitel.

Von Bewegung des Mondes um die Erde.

§. 40.

Unſre Erde hat auf ihrem Wege um die Sonne einen Gefährten, welcher ſie nicht verläßt, ſondern in einem Abſtande von ungefähr 36000 ſchw. Meilen beſtändig um ihr bleibt. Dieſer Gefährte

(a) Memoir. Paris 1758. p. 260. (b) Mem. Par. 1761. p. 407.

Gefährte der Erde wird ihr **Mond** genannt, welcher Name nachher auch den Begleitern des Jupiters und Saturns wegen ihrer Gleichheit mit dem Monde beygeleget worden.

Der Mond begleitet die Erde auf die Art, daß er in einem Kreiſe um ihr gehet, als wenn er ein Planet von der Erde wäre, der ſich um ihren Mittelpunct, wie die Planeten und Cometen um die Sonne, beweget. Daher werden die Monde auch von den Aſtronomen Planeten genannt, und diejenigen, welche um die Sonne laufen heiſſen **Hauptplaneten** oder Planeten vom erſten Rang, aber diejenigen, welche um einen Hauptplaneten laufen, werden **Nebenplaneten** genannt und zum zweyten Rang gerechnet. Man würde Planeten vom dritten Rang bekommen, wenn uns bekannt wäre, daß einer von den Monden in ſeiner ganzen Bewegung einen Nebenmond bey ſich führte.

Die Erde hat zwar nur einen Mond, aber man kann ſie doch hierin für reich halten, da Mars, ſo viel bekannt iſt, gar keinen hat, der Mond der Venus aber ſo lange für unſicher gehalten werden muß, ſo lange nicht von mehrern, als bisher, durch eigene Beobachtungen ſein Daſeyn beſtätiget werden kann, und da man weder vom Mercur noch den Cometen bisher gefunden hat, daß ſie Monde bey ſich führen. Die Erde, Jupiter und Saturn ſind alſo die einzigen Planeten, die mit Monden verſehen ſind, welche ſo wie die Planeten von der Sonne erleuchtet werden, an der gegen die Sonne gerichteten Seite erleuchtet erſcheinen, aber ihren Schein verliehren, wenn ein Cörper zwiſchen ihnen und der Sonne tritt, und ihnen die Sonnenſtrahlen entziehet, und ſie ſind auch an der von der Sonne weggekehrten Seite nicht ſichtbar. Daß alle Planeten und unſer Mond von der Sonne erleuchtet werden, war in alten Zeiten nicht bekannt, ſondern man glaubte, daß der Mond ſowohl als die Planeten mit eigenem Lichte glänzten: Daher ward es wunderbahr, daß der Mond ſeine Geſtalt zuſehends änderte, und daß man bald einen gröſſern bald

einen kleinern Theil vom Monde ſcheinen ſahe. Man fieng an zu denken, daß der Mond halb hell und halb dunkel ſey, und daß er ſich umdrehe, ſo daß wir einen gröſſern oder geringern Theil von ſeiner leuchtenden Hälfte zu ſehen bekamen. Aber ſo gehet es nicht dabey zu, denn der Mond hat allezeit eine und eben dieſelbe Seite gegen die Erde gerichtet. Unterdeſſen ermunterte die Abwechſelung des Mondes die Gelehrten in Egypten und Chaldea, woſelbſt oft und lange klarer Himmel iſt, auf die Veränderungen des Mondes Acht zu geben, und die allererſten Känntniſſe in der Sternkunde zu erfinden. Sie wurden bald gewahr, daß der Mond anfieng zu ſcheinen, wenn er in ſeiner Lage an dem Himmel nicht weit von der Sonne war, daß ſein Schein ſich mehr und mehr ausbreitete, ſo daß der Mond ganz rund ſchien in einer Zeit von 15 Tagen; und ſie fanden, daß ſein Schein nachher nach und nach abnahm, ſo daß der Mond innerhalb derſelben Zeit wieder unſichtbar würde. Endlich entdeckten ſie, daß die Sonne zuweilen einen gröſſern oder geringern Theil ihres Lichts, ja es zuweilen auch ganz und gar verlohr, wenn der Mond unſichtbar war, und daß auch der Mond auf gleiche Art ſeinen Schein verlohr, wenn er ganz rund erleuchtet war, und dieſe Erſcheinungen wurden Sonnen- und Mondfinſterniſſe genannt. Dies alles und beſonders die Finſterniſſe erzeugte in Nachdenkenden die Begierde, die Ordnung der Veränderungen dieſer groſſen Cörper aufzuſuchen, aber eben dies erweckte bey Unwiſſenden eine Furcht, welche von betrügeriſchen Leuten bald gemißbrauchet ward, theils durch erdichtete Würkungen der himmliſchen Cörper auf die Sinnen und Gedanken der Menſchen, theils durch ungegründete Vermuthungen und Prophezeyungen künftiger Begebenheiten und bevorſtehender Schickſale, ſo daß viele Herrſchaft und Vortheile durch anderer Unwiſſenheit erhielten. Dergleichen Zeichendeuter, Wahrſager, Aſtrologen und Nativitätsſteller giebt es noch in unſern Tagen, welche aus der Geſtalt des Himmels

 ohne

ohne Grund (denn ſie verſtehen ſelbige ſelten recht) auf die Zukunft ſchlieſſen, und ſowohl künftige Revolutionen ganzer Reiche, als bevorſtehende Begebenheiten einzelner Perſonen vorher ſehen wollen, aber ſie verdienen begegnet zu werden, wie es böſen Abſichten und offenbarer Falſchheit gebühret.

§. 41.

Man hat zu allen Zeiten für unläugbar gehalten, daß der Mond in einem Kreiſe um die Erde gehe, und da man auch glaubte, daß die Sonne ſich um die Erde bewege, ſo befand man, daß der Mond ſeinen ganzen Umlauf in weit kürzerer Zeit verrichte, nämlich, daß er von der Sonne weggienge, und zu ihr zurück käme, wie nun die Aſtronomen ausgemacht haben, in beynahe 29 Tagen, 12 Stunden, 44 Min., 03 Sec. Dieſe ward ein Synodiſcher Monath genannt, darin die Lage des Mondes und der Sonne wieder auf einerley Art eintraf, und die Geſtalten oder Phaſen des Mondes ihre ganze Abwechſelung durchgiengen.

Um die Phaſen des Mondes zu erklären muß man anfangs die ſcheinbare Bewegung der Sonne bey Seite ſetzen, und blos annehmen, daß der Mond um die Erde gehe. Es ſey (Fig. 32) die Erde in T, die Bahn des Mondes um der Erde ſey NQPqN; die Mondkugel in den Puncten N, C, Q, E, P, F, q, D ſoll durch Kreiſe vorgeſtellet werden, und dann ſetze man, daß der Durchmeſſer ab überall eine Ebene vorſtelle, die ſenkrecht iſt auf die Sonnenſtrahlen in S; ſo muß dieſelbe Ebene den erleuchteten Theil des Mondes von dem dunklen ſcheiden, daher der Kreis in der Oberfläche des Mondes die Gränze des Lichts und der Dunkelheit genannt zu werden pfleget. Aber es iſt klar, daß der Mond in N nicht geſehen werden kann, weil der dunkle Theil des Mondes gegen die Erde gerichtet iſt. Wenn der Mond bey C iſt, ſiehet man ihn unter der Geſtalt oder Phaſe, welche die dabey ſtehende Figur anzeiget, nämlich als einen

nen Lichtbogen oder Horn. Bey Q iſt der Mond halb; in E ſcheinet er beynahe voll, doch iſt er an der linken Seite flacher oder der Rand iſt elliptiſch; bey P iſt der Mond vollkommen rund; aber bey F iſt die rechte Seite auf gleiche Art wie die linke bey E abgeflachet; wenn der Mond nach q kommt iſt er wieder halb, aber nun iſt die rechte Seite dunkel, welche in Q helle war; bey D hat der Mond wieder eine hornförmige Phaſe, welche nun an der rechten Seite offen iſt, aber bey C war ſie es an der linken, wie beyſtehende Figuren überall anzeigen. Dieſe Mondphaſen ſind durch beſondere Nahmen unterſchieden. In N heiſſet die Phaſe **Neumond** oder **Neulicht**, als wenn der Mond da aufs neue entſtanden wäre oder angeſteckt worden, da er vorher ausgelöſcht war; in Q heiſſet die Phaſe das **erſte Viertheil**; in P **Vollmond**, in q das **lezte Viertheil**. Durch dieſe Nahmen wird der ganze ſynodiſche Monath in 4 Theile abgetheilet, deren jeder ungefähr 7 Tage 9 Stunden enthält. Der Neu- und Vollmond wird oft mit einem Worte **Syzygien**, und das erſte und lezte Viertheil die **Quadraturen** genannt. Man kann ſich leicht vorſtellen, daß dieſe Erklärung der Mondphaſen, die nun allgemein bekannt iſt, anfangs ſehr tiefſinnig geſchienen, und daß man eine vollkommene Ordnung der Abwechſelungen des Mondes gefunden zu haben geglaubt, als man auf die nun angeführten Urſachen der ungleichen Mondphaſen gekommen war; aber unſer Nebenplanet hat, auſſer dieſer Abwechſelung, ſo viele kleine Veränderungen in ſeinem Gange, daß die Aſtronomen ſich oft über die Mühe, welche er ihnen verurſacht hat, beſchweret haben.

Ehe wir ſelbige genauer unterſuchen, müſſen wir uns erinnern, daß ſich die Erde um die Sonne bewege. Wenn alſo die Sonne in S iſt (Fig. 33.), der Neumond einfällt, wenn die Erde in T iſt, und die Mondbahn ABL iſt, ſo muß der Mond in L ſtehen. Wenn nun der nächſte Neumond einfällt, hat ſich die Erde von T nach t beweget, und wenn man St ziehet, ſo

muß der Mond in λ ſeyn. In der Zeit alſo da der Mond von T nach t gegangen iſt, iſt der Mond ungeachtet ſolcher Bewegung der Erde oder der ſcheinbaren Bewegung der Sonne alle ſeine Phaſen durchgegangen; aber man ſiehet auch zugleich, daß der Mond mehr als einen ganzen Umlauf um die Erde gemacht habe. Denn wenn la parallel mit LA iſt, ſo würde der ganze Umlauf vollendet ſeyn, als der Mond in l war, nachdem die Mondbahn aus ABL in abl gerückt iſt; aber der Mond iſt nach λ gekommen und alſo noch den Bogen lλ über ſeinen ganzen Kreis durchgelaufen; alſo iſt der ſynodiſche Monath gröſſer, als die Umlaufszeit des Mondes oder der ſo genannte periodiſche Monath, deſſen Gröſſe beynahe 27 Tage, 7 Stunden, 43 Min., 12 Sec. gefunden worden. Bewegten ſich Erde und Mond gleichförmig in Kreislinien, ſo würden ſowohl die periodiſchen als ſynodiſchen Monathe allezeit gleich ſeyn. Nun wiſſen wir aber, daß die Bewegung der Erde ungleichförmig iſt, und wir werden finden, daß der Mond noch mehreren Ungleichheiten unterworfen iſt, daher müſſen ſowohl periodiſche Monathe unter ſich als auch die ſynodiſchen Monathe ungleich ſeyn, alles nachdem die Bogen Tt und lλ groß ſind, und in längerer oder kürzerer Zeit durchlaufen werden. Wir können hieraus ſchlieſſen, daß die Bewegung des Mondes weit verwickelter ſeyn müſſe, da ſie nicht allein auf deſſen eigene Ungleichheiten beruhet, ſondern ſich auch nach dem Laufe der Erde richtet. Man kann die wahren Mondphaſen nicht vorherſagen, bis beyde Bewegungen völlig bekannt ſind, daher alles, was von der Bewegung der Erde angemerkt worden, bey der Känntniß des Mondes vorher gefaßt ſeyn muß, damit die Ungleichheiten des Mondes für ſich beſonders betrachtet werden können.

§. 42.

Die Bahn des Mondes iſt kein Circul. Sie würde elliptiſch ſeyn, wenn Erde und Mond alleine wären; deswegen muß der

der Mond ſich hauptſächlich um die Erde bewegen, ſo als wenn dieſe keine Bewegung hätte; das iſt, der Mond wird in einer Ellipſe um die Erde laufen, welche mit der Erde fortrücket, ohne die Bewegung des Mondes zu ſtöhren, und der Mond wird an allen Bewegungen der Erde Theil nehmen und zugleich ohne Aufenthalt ſeine eigene vollbringen. Die Urſache iſt, weil die Bewegungen des Mondes und der Erde in gleichen Abſtänden von einerley Kraft regieret werden und ſie alſo in gleicher Zeit um die Sonne laufen müſſen, wenn jeder von Anfange die ihm gebührende Geſchwindigkeit erhalten hätte, welche ſie nun, da ſie einander folgen, erhalten haben. Auſſerdem kann die Sonne die Kraft der Erde auf den Mond nicht ſtöhren oder gar aufheben, ſondern der Erde Würkung bleibt ungeſtöhret, ob die Sonne gleich beſonders auf den Mond würket. Wir müſſen alſo damit anfangen, daß wir die Bewegung des Mondes um die Erde als elliptiſch anſehen.

Es ſey die Erde in T (Fig. 34) und die Mondbahn LDlFL, ſo muß dieſe Linie eine Ellipſe und T einer ihrer Brennpuncte ſeyn; denn die Centralkraft der Erde iſt den Quadraten der Abſtände umgekehrt proportional, ſo wie ſolches von der Sonne bewieſen worden. §. 33. Daher iſt auch die Mondbahn LDlFL eine Ellipſe. Ll gehe durch beyde Brennpuncte und ſey in C halbiret, ſo iſt C der Mittelpunct der Mondellipſe, CT die Eccentricität, Ll die Mondapſidenlinie; die höchſte Apſide L heiſſet die Erdferne und die niedrigſte l die Erdnähe, CL iſt gleich dem Mittlernabſtand TD, wo die auf Ll in C ſenkrechte Linie CD die Ellipſe trift; der Winkel LTE wird die wahre Anomalie genannt, wenn der Mond in E iſt. Die Aſtronomen haben gefunden, daß der ſcheinbare Monddurchmeſſer in L, wo er am kleinſten iſt, 29 Min. 28 Sec. aber in l, wo er am gröſten iſt, 33 Min. 36 Sec. ausmacht. Es iſt gleichfals beſtimmt, daß CL : CF = 1:0,05505 und CL:CD = 1:0,998435 ſey.

In

In der Mondellipſe LDlFL geſchiehet die Bewegung auf eben die Art, wie es bey der Bewegung der Planeten beſchrieben worden; der Mond beweget ſich nämlich von Weſten nach Oſten oder von L nach D, l, u. ſ. w. der Mond gehet am langſamſten bey L, und am geſchwindeſten bey l; und die Winkelgeſchwindigkeit um T iſt zugleich in L am kleinſten, und nimmt zu bis nach l; und eben ſo auch der ſcheinbare Durchmeſſer; wenn EG in H auf Ll ſenkrecht iſt, ſo iſt ſowohl die Winkelbewegung in E und G, als auch der ſcheinbare Monddurchmeſſer gleich groß; endlich verhalten ſich die Ausſchnitte LTEL und ETDE wie die Zeiten, in welchen die Bogen LE und ED zurückgeleget werden. §. 32. Die Ungleichheit, welche hiedurch in der Winkelbewegung um T entſtehet, iſt von ſelbiger Beſchaffenheit, als bey der elliptiſchen Bewegung der Erde und wird die Gleichung des Mittelpuncts oder die erſte Ungleichheit des Mondes genannt. Die Berechnung derſelben geſchiehet auf ſelbige Art, wie §. 32 gelehret worden, und bedarf hier keiner weitern Erklärung.

Auſſer dieſer Ungleichheit hat der Mond noch mehrere, welche eine nähere Betrachtung verdienen, und wir wollen zu deſto gröſſerer Deutlichkeit die Aenderungen in ſeiner Bewegung beyſeite ſetzen, welche aus der Neigung der Mondbahn gegen die Ebene der Bewegung der Erde oder Eccliptik entſtehen, und die Mondbahn ſo anſehen, als wenn ſie in der Ebene der Eccliptik läge. Wir bemerken da, daß die Centralkraft der Sonne auf den Mond in verſchiedenen Puncten ſeiner Bahn ungleich würket, und daß deswegen der Mond ſeinen Lauf nicht in einer beſtändigen Ellipſe erhalten kann, ſondern die Figur ſeiner Bahn ſammt der Lage der Apſiden verändert, welches in der Folge gezeiget werden wird. Gleichwohl müſſen wir auch erinnern, daß die Kraft der Erde auf den Mond die Würkung der Sonne auf denſelben weit übertreffe, ſo daß die Erde den Mond zu einer Bewe-

gung

wegung, die der elliptiſchen ſehr nahe kommt, oder den dahin gehörigen Geſetzen zu folgen zwinget; und daß man daher allezeit die Bewegung der Erde als elliptiſch in Betrachtung ziehen, und die Abänderung der Ellipſe ſelbſt durch die Würkung der Sonne erforſchen müſſe.

Es ſey (Fig. 35) S die Sonne, T die Erde in einem Puncte ihrer Bahn, LPCN die Mondbahn; ſo kann der Mond ſeiner Bahn nicht ungeſtöhrt folgen, wenn nicht alle die Würkungen, welche die Erde treffen, auch auf den Mond in paralleler Richtung ausgeübet werden, und eben ſo ſtark ſind; ſo daß die Geſchwindigkeit der Erde nach der Tangente in T derjenigen gleich iſt, die der Geſchwindigkeit des Mondes nach paralleler Richtung durch dieſelbige Würkung zuwächſet. Daher iſt nur übrig zu unterſuchen, wieferne die Kraft der Sonne auf die Erde in T und auf den Mond in L oder *l* ungleich und in den Richtungen ihrer Würkungen verſchieden iſt. Man nenne S die Kraft, mit welcher die Sonne in dem Abſtande = 1 auf die Erde würket, und nach welcher die Erde nun in ihrer Ellipſe AT um den Brennpunct S läuft; ſo muß die Kraft der Sonne auf die Erde in T ſeyn = $\frac{S}{ST^2}$ und auf den Mond L = $\frac{S}{SL^2}$. Erſtere ziehet nach der Richtung ST, leztere parallel mit SL. Man ziehe LB parallel mit TS und mache LB = ST. Es ſey $SL^2 : ST^2 = LB : LE$, ſo ſind LB, LE in eben dem Verhältniſſe, als die eben erwähnten Würkungen der Sonne in T und L. Man ziehe BE und ferner EF parallel mit ST, und LF parallel mit EB; ſo iſt die Kraft der Sonne LE den beyden Seitenkräften nach den Richtungen LF und LB gleichgeltend, welche ſich zur Kraft der Sonne nach SL verhalten, wie LF und LB zu LE. Und da die Kraft der Sonne auf die Erde in T = $\frac{S}{ST^2}$; und auf den Mond nach der Richtung LB = $\frac{S.LB}{SL^2 . LE} = \frac{S}{ST^2}$

 iſt;

iſt; ſo wird der Lauf des Mondes in der Ellipſe LPCN von der Kraft der Sonne nach LB nicht geſtöhret. Aber die andre Seitenkraft nach der Richtung $LF = \frac{S.LF}{SL^2.LE} = \frac{S.LF}{ST^3}$ iſt diejenige, welche die Abweichung des Mondes aus ſeinem Kreiſe nebſt allen folgenden Ungleichheiten würket. Auf gleiche Art, wenn der Mond in *l* iſt, die Linie S*l* gezogen und *lb* mit ST parallel und gleich gemacht, auch das Parallelogramm *lbef*, nach dem $Sl^2 : ST^2 = ST : le$ gemacht, gezeichnet worden, ſo iſt $\frac{S}{ST^2} : \frac{S.lf}{ST^3}$ wie die Kraft der Sonne nach der Richtung TS auf die Erde in T, zu der Kraft, welche durch die Würkung der Sonne in *l* die elliptiſche Bewegung des Mondes ſtöhren wird und nach der Richtung *lf* würket.

Die Kraft $\frac{S.LF}{ST^3}$, welche auf den Mond in L würket, muß in zwo andre gleichgeltende Kräfte zerleget werden, davon eine nach TL, und die andre nach der Tangente LM würket. Man ziehe daher FM parallel mit TL, und FG mit der Tangente LM parallel ſchneide TL in G; ſo muß die Würkung der Sonne den Mond in L aus ſeiner Bahn ziehen mit einer Kraft die mit $\frac{S.LG}{ST^3}$ gleich iſt; und zwar ziehet ſie ihn in Anſehung ſeiner Bahn nach auſſen hin oder nach innen, nachdem der Winkel FLT ſtumpf oder ſpitzig iſt; aber zugleich wird dieſelbe Kraft der Sonne den Mond mit einer Kraft $\frac{S.LM}{ST^3}$ nach der Richtung der Tangente LM ziehen. Die Abweichung, welche die erſte Kraft $\frac{S.LG}{ST^3}$ würket, heiſſet die Evection oder zwote **Ungleichheit des Mondes**; ſie beſtehet in einer Verrückung des Mondes aus ſeiner Bahn LNCP; die leztere Kraft

Kraft $\frac{S.LG}{ST^3}$ würket nach der Sprache der Aſtronomen die Variation oder die dritte Ungleichheit des Mondes, und ihre Würkung beſtehet in Veränderung der Geſchwindigkeit des Mondes in ſeiner Bahn. In der Würkung der Sonne ſelbſt iſt zugleich eine Veränderung wegen des gröſſern oder kleinern Abſtandes der Erde von der Sonne, welche ſich nach der Zeit des Umlaufs der Erde richtet, und die jährliche Aequation des Mondes oder ſeine vierte Ungleichheit genannt wird. Solchergeſtalt iſt der Lauf des Mondes wegen der anziehenden Kraft der Sonne bey der Bewegung des Mondes um die Erde ſehr verwickelt, aber es wird noch ſchwerer, ihn genau zu beſtimmen wegen der elliptiſchen Figur der Mondbahn und der Neigung der Ebene der Mondbahn gegen die Ebene der Eccliptik.

§. 43.

Wenn wir die Kräfte $\frac{S.LG}{ST^3}$ und $\frac{S.LM}{ST^3}$ genauer erwägen, ſo finden wir klärlich, daß die erſte Kraft bey N am gröſten werde; denn da iſt SN, der Abſtand der Sonne vom Monde, am kleinſten, und LE am gröſten, auch fällt da LF mit NS zuſammen, daher $LF = LE - ST$ am gröſten ſeyn muß. Wenn aber LF mit NS zuſammenfällt, ſo verſchwindet LM oder die Kraft $\frac{S.LM}{ST^3}$ und LF wird ſo groß als LG; alſo muß dieſe Kraft, welche $= \frac{S.(LE-ST)}{ST^3}$ iſt, daſelbſt am gröſten ſeyn. Es iſt auch ſichtlich, daß die Kraft $\frac{S.(LE-ST)}{ST^3}$ von N nach S würke, oder den Mond näher nach S ziehe.

In O iſt $SL = ST$, folglich $LE = ST$, daher fällt LF mit LT zuſammen und es iſt $LF = LT$, und LM verſchwindet

 wie-

wiederum; aber da würket die Kraft $\frac{S.LG}{ST^3} = \frac{S.LT}{ST^3}$ von L nach T, das iſt, von O nach T.

Wenn der Mond nach P kommt oder $SL = SP \doteq ST + TL$ iſt, ſo fällt LF wiederum mit SP zuſammen und SL iſt am gröſten, daher wird LE am kleinſten. Aber wenn E oberhalb S fällt, ſo muß auch F oberhalb P fallen, oder LE gegen Q hin gezogen werden, das iſt, die Kraft $\frac{S.LG}{ST^3} = \frac{S.(ST-LE)}{ST^3}$ würket von P nach Q hin. Dieſe Kraft iſt nun wieder auf dem ganzen Bogen OPC die gröſte, weil LE daſelbſt am kleinſten, folglich $ST - LE = LG$ am gröſten iſt. Aber die Kraft $\frac{S.LM}{ST^3}$ verſchwindet daſelbſt, ſo wie in N. Endlich verſchwindet die Kraft $\frac{S.LM}{ST^3}$ in C, ſo wie in O; und die Kraft $\frac{S.LG}{ST^3}$ iſt $= \frac{S.LT}{ST^3}$ und würket nach der Richtung LT oder von C nach T.

Die Kraft der Evection iſt alſo in den Syzygien oder in N und P am gröſten und würket in Anſehung der Mondbahn nach auſſen, aber in den Quadraturen würket ſie nach innen, oder zwinget den Mond innert ſeiner gewöhnlichen Bahn zu gehen. Folglich muß die Evectionskraft zwiſchen jeder Syzygie und Quadratur verſchwinden. Wenn nämlich die Mondbahn kreisförmig wäre, und $ST : TL = 411,4 : 1$, wie bey dem mittlern Abſtand der Erde von der Sonne und des Mondes von der Erde, ſo wäre die Evectionskraft in O oder C, zu der Evectionskraft in $N = 1 : 2,00724$; und die Evectionskraft in O oder C zu der in $P = 1 : 1,999726$; aber die Evectionskraft würde verſchwinden, wenn LTN an jeder Seite von $TN = 54^\circ\ 38'\ 47''$ iſt, und eben ſo würde ſie an jeder Seite von TP verſchwinden, wenn LTP =

54°

54° 40′ 30″ iſt. Dagegen verſchwindet die Variationskraft ſowohl in den Syzygien als Quadraturen, aber ſie iſt am gröſten, wenn TL mit TN einen Winkel von 44° 58′ 31″5 und wenn TL mit TP einen Winkel von 45° 01′ 28″5 ausmacht.

§. 44.

Da alſo der Mond durch die Würkung der Sonne in ſeiner Bahn bey N durch einen Bogen von 109° 17′ 34″ und bey P durch 109° 21′ aus ſeiner gewöhnlichen Ellipſe nach auſſen zu gerückt wird, aber bey O durch einen Bogen von 70° 40′ 43″, ſo wie auch bey C, nach innen zu getrieben wird, ſo iſt klar, daß die kleine Aenderung, welche hieraus in der Mondbahn entſtehet, mit der Zeit merklich werden müſſe, ſo wie diejenige, welche von einer Kraft entſtehet, die den Mond aus ſeiner Bahn nach auſſen zu rückt. Dieſe muß noch mehr merklich werden, weil die Würkung der Sonne in N und P faſt doppelt ſo groß iſt als in O und C. Wir wollen daher unterſuchen, was eine ſolche Kraft bey der elliptiſchen Bahn des Mondes ausrichten würde, wenn dieſelbe ungefähr in ihrer Art oder Eccentricität und in ihrer Gröſſe erhalten würde.

Es ſey AMP (Fig. 36.) die elliptiſche Mondbahn, und eine Kraft würke auf den Mond von der Erde in T, aber dieſe Kraft ſey ſo klein, daß man den Gang des Mondes ſo anſehen könne, als wenn er würklich in ſeiner Ellipſe geſchähe und dieſelbe ſich nur mit einer langſamen Bewegung um T drehe, ſo wie ſich die Würkung der Kraft äuſſert. Der Mond ſey in ſeiner Erdferne oder gröſten Abſtande von der Erde in A, ſo wird erwähnte Kraft den Mond hindern, ſich der Erde zu nähern, ſo daß, wenn der Mond in der Linie TM iſt, er auſſerhalb der Ellipſe AMP in N ſtehet, an der Stelle, daß er in M ſeyn ſollte, und alſo die krumme Linie ABN, die auſſer der Ellipſe AMP liegt, beſchrieben hat. Man beſchreibe aus T durch N einen Kreisbogen, der die Ellipſe AMP

in L ſchneidet, mache $aTA = NTL$; $pT = PT$ und $aT = AT$; ſo muß die Ellipſe, welche durch N gehet, und mit AMPA von einerley Art und Gröſſe iſt, und wovon der eine Brennpunct in T iſt, ap zur Apſidenlinie haben, welche der AP gleich iſt. Alſo iſt die Bewegung des Mondes ſo geſchehen, als wenn die Ellipſe ſich um T aus der Lage ALPA in die Lage aNpa gedrehet hätte, und unterdeſſen der Mond in ſeiner Ellipſe von A nach L oder von a nach N gegangen wäre. Hieraus erhellet, daß der Mond noch die Erdnähe nicht erreichet habe, als er in der Linie TP angelanget war, ſondern noch einige Zeit zögere und ſpäter die Erdnähe erreiche. Es ſey nun weiter (Fig. 37) ALPA die Lage der Mondellipſe, wenn der Mond anfänget, von der Erdferne auszugehen; aber dieſe Ellipſe liege in alpa, wenn er die Erdnähe erreichet, es ſey $\alpha Ta = aTA$, $\alpha T = AT$, und $T\pi = TP$, imgleichen T der eine Brennpunct der Ellipſe $\alpha\lambda\pi\alpha$, deren gröſſere Axe $\alpha\pi$ iſt, die mit ALPA gleiche Gröſſe und Eccentricität hat; ſo muß $\alpha\lambda\pi\alpha$ die Lage der Mondellipſe ſeyn, wenn er wieder zur Erdferne gelanget; denn wenn der Mond in α wäre, und von derſelben Kraft von α durch μ nach π beweget würde, ſo wie von A durch M nach p; ſo müßte die Mondellipſe ſich aus der Lage $\alpha\mu\pi\alpha$ in die Lage ampa drehen, in der Zeit da der Mond von ſeiner Erdferne α in ſeine Erdnähe p anlangte; und wenn nun der Mond mit ſeiner in p erlangten Geſchwindigkeit umkehrte und von p nach μ zurückginge, und von derſelben oder einer gleichen Kraft regieret würde, ſo würde er in gleicher Zeit wieder nach α zurückkommen und die Ellipſe die Lage $\alpha\mu\pi\alpha$ wieder erhalten. Daher muß auch der Mond, welcher ſich von der Erdferne in A zu bewegen angefangen und zur Erdnähe in p hinabgekommen, mit ſeiner da erlangten Geſchwindigkeit in gleicher Zeit zur Erdferne hinaufſteigen und daſelbſt anlangen, wenn die Mondellipſe in $\alpha\lambda\pi\alpha$ liegt. Dies würde umgekehrt erfolgen, wenn die Kraft gegen die Erde

zu

zu würkete; denn würde ſich die Mondapſidenlinie aus der Lage $\alpha\pi$ in die Lage AP drehen, unter der Zeit, daß der Mond von der Erdferne ausgegangen und dahin zurückgekommen, und alſo einen Umlauf in ſeiner Bahn vollendet. Die ſolchergeſtalt durchgelaufene Mondbahn iſt alſo keine geometriſche Ellipſe, ſondern eine mehr zuſammengeſetzte Linie, davon es zu weitläuftig ſeyn würde ſich hier in eine nähere Betrachtung einzulaſſen, und es kann auch eben ſo wenig zu gegenwärtiger Abſicht gehören, indem auch dieſe Linie nicht die wahre Mondbahn iſt; denn der Mond wird von der Kraft der Sonne nicht gleichförmig von der Erde weggezogen oder gegen dieſelbe hingetrieben, ſondern in dem gröſſern Theile ſeiner Bahn, nämlich an beyden Seiten der Syzygien, wird er von der Erde weggezogen, und bey den Quadraturen gegen die Erde hingetrieben, ob dieſe Würkung ſich gleich über einen kleinern Theil ſeiner Bahn erſtrecket.

Aus dem vorhergehenden muß man ſchlieſſen, daß die Apſiden des Mondes nach eben der Richtung fortrücken, als der Mond in ſeiner Ellipſe gehet, wenn der Mond bey den Syzygien iſt; aber daß die Apſiden durch dieſe Würkung der Sonne in den Quadraturen zurückgehen. Es folget auch zugleich daraus, daß die Fortrückung der Apſiden oder ihre Bewegung nach der Richtung des Mondslaufs gröſſer iſt, als ihre Zurückweichung oder Bewegung gegen die Richtung des Mondlaufs, und daß die Apſiden endlich einen ganzen Umlauf vollenden müſſen. Alles dies ſtimmt mit der Erfahrung und den Beobachtungen des Mondlaufs überein; die Umlaufszeit für die Bewegung der Mondapſiden iſt 8 Jahre 309 Tage 8 St. 20 Min.

Es iſt in der Aſtronomie eine ſchwere Aufgabe: die Bewegung der Mondapſiden zu finden. Newton hat dieſelbe zuerſt zu bearbeiten angefangen. Er bewies, wenn ſich ein Cörper in einer Ellipſe durch eine Kraft, die ihn nach einem der Brennpuncte ziehet, und die dem Quadrat des Abſtandes umgekehrt proportional

tional iſt, beweget, und wenn zugleich eine andre Kraft aus demſelben Brennpuncte auf ſolchen Cörper würket, die dem Würfel des Abſtandes proportional iſt, daß die Bewegung des erwähnten Cörpers ſo geſchehe, als wenn die ihm zugehörige Ellipſe, worin die erſte Kraft den Cörper treibt, ſich mit einer Bewegung nach der Richtung der Bewegung des Cörpers drehe, wenn die Kraft von dem Brennpuncte aus würket; daß aber umgekehrt die Bewegung der Apſiden gegen die Richtung der Bewegung des Cörpers gehe, wenn die Kraft nach dem Brennpunct hin würket; daneben wird die Bewegung der Apſiden allezeit dem Winkel, welcher die wahre Anomalie heiſſet proportional ſeyn, und daher hat Newton die Bewegung der Mondapſiden nicht durch das angeführete Geſetz, ſondern auf eine andre Weiſe, ausgerechnet, welche er nicht angegeben hat. Machin hat es, wie Newton, gemacht, ſo daß niemand weiß, wie weit beyde eigentlich mit Auflöſung vorerwähnter Aufgabe gekommen ſind, denn ſie ſcheinen gewiſſe Hypotheſen gemacht zu haben, die ungefähr mit dem, was bey Bewegung des Mondes vorkommt, eintrafen, und als die Rechnung mit der Beobachtung nahe zuſammentraf, haben ſie die Schlüſſe umgekehrt, aber die Gründe verſchwiegen, welche noch einer weitern Ausgleichung bedürften.

Nachher haben einige Newtons Theorie von Bewegung der Apſiden näher zu erklären und zu erweitern verſucht, aber ſie ſind nicht weiter gekommen als er; ja ſie haben kaum alles eingeſehen, was Newton angegeben, bis ſich Clairaut vornahm, über die Bewegung des Mondes zu rechnen. Es iſt merkwürdig, daß er als er glaubte, das ganze berühmte Problem von Bewegung des Mondes durch die Kraft der Schwere aufgelöſet zu haben, in einen groſſen Irrthum fiel und ſich einbildete, das Geſetz der Schwere ſey nicht, wie Newton angegeben, dem Quadrat des Abſtandes umgekehrt proportional. Er beſtärkte Eulern in ſeinen irrigen Wahn, der faſt auf daſſelbe hinausgieng; man hätte beynahe behauptet,

hauptet, daß das groſſe und allgemeine Geſetz der Natur von der Schwere irrig und falſch ſey. Aber Clairaut merkte bald, daß er ſich übereilet hatte, und verbeſſerte ſeinen Fehler, noch ehe jemand anders ihn zurecht weiſen konnte. Clairaut gab anfangs nicht darauf Acht, daß die Bewegung der Apſiden allzu ungleich durch die kleinen Aenderungen der Kraft der Sonne würden; er glaubte, daß ihre Bewegungen der Anomalie proportional angenommen werden könnte, wie Newton auf eine willkührliche Art angegeben hatte, ohne es auf den Mond anzuwenden. Er fand, daß dann die Bewegung der Mondapſiden nur halb ſo groß würde, als ſie beobachtet worden; daraus ſchloß er, daß Newtons Mondtheorie ungegründet ſey, oder daß das Geſetz der Schwere, worauf ſie ſich gründete, ſchwankend und unſicher ſey. Aber die Hypotheſe war unrichtig, wie oben bemerkt worden, und Clairaut in kurzer Zeit erkannte. Walmsley hat in einem beſondern Tractat: Von Bewegung der Mondapſiden daſſelbe gezeiget. Clairaut gab auch gleich die Urſache ſeines Irrthums an; denn er hat ohnfehlbar gemerkt, daß Newton in vorerwähnter Hypotheſe denſelben Schlußſatz, wie er erhalten habe, ohne das Geſetz der Schwere in Zweifel zu ziehen. Die Aufgabe von Bewegung der Mondapſiden blieb alſo unaufgelöſet; man begnügte ſich damit, ſie in der Mondtheorie ungefähr oder durch Annäherung zu finden. Dies haben Dalembert nebſt Clairaut, Euler und Simpſon bewerkſtelliget; aber das iſt bey einer geometriſchen Unterſuchung nicht zureichend. Walmsley hat verſucht, die mathematiſche Genauigkeit zu erreichen, aber er hat bey gewiſſen Hypotheſen ſtehen bleiben müſſen, deren Ausſchlag einigermaſſen mit den Beobachtungen über die Elemente des Mondes die er angenommen hat, zutreffen, aber davon abgehen, wenn dieſe Elemente berichtiget werden. Auſſerdem können ſie mit der Bewegung der Apſiden des Mondes nicht recht übereinkommen, da die Hypotheſen von der Würkungskraft der Sonne auf den Mond

ſo ſehr verſchieden ſind. Wer dies Problem gehörig angreift, der wird finden, daß zur Theorie der Mondapſiden noch andre Integrale nöthig ſind, als welche durch die Kreislinie oder Hyperbel ausgerechnet werden, und daß es vergeblich ſey, ohne vorhergegangene Berechnung ſolcher Integrale, wie mit den Logarithmen und Sinus der Circulbogen geſchehen, Hand an Beſtimmung der Mondapſiden zu legen. Euler hat an Hand gelegt, daß die Mondtheorie überhaupt durch die Känntniß der Linien vom vierten Grade zur Vollkommenheit gebracht werden könne; eben das kann auch in dem Theile der Mondtheorie, welcher die Bewegung der Mondapſiden betrift, ſtat finden, welches deutlicher zu erklären einer andern Gelegenheit vorbehalten wird.

§. 45.

Im vorhergehenden §. iſt von der ſogenannten Evectionskraft, welche von der Würkung der Sonne bey Bewegung des Mondes entſtehet, gehandelt worden, und es iſt bewieſen, daß die Apſiden wegen einer und eben derſelben Kraft bald fortrücken, bald wieder zurückweichen müſſen; aber es muß nicht vergeſſen werden, daß die Variationskraft eine gleiche Würkung in Bewegung des Mondes hervorbringe. Denn wenn die Geſchwindigkeit des Mondes in ſeiner elliptiſchen Bahn vermehret wird, ſo wird der Mond ſeine Ellipſe verändern, und dies kann ſo wohl geſchehen durch Bewegung der Apſiden, als durch Veränderung der Eccentricität.

Laſſet uns annehmen, daß der Mond ſich in der Ellipſe ALP (Fig. 38) um die Erde bewege, welche in T oder einem der Brennpuncte T, t, iſt, der Mond ſey in L, und gehe durch die Kraft der Erde in Ll, ſo muß die Geſchwindigkeit des Mondes nach der Tangente LM gleichförmig ſeyn, aber ſeine Geſchwindigkeit nach LT oder mit LT parallel iſt beſchleunigt. Wenn nun der Mond einen unendlich kleinen Bogen Ll durchläuft, ſo

kann

kann der Mond, welcher durch die Schwere gegen T parallel mit LT beweget wird ſo angeſehen werden, daß er dieſe Bewegung mit gleichförmigwachſender Geſchwindigkeit anfange, indem die Schwere beſtändig gegen T würket. Hiedurch kann man die Geſchwindigkeit, welche der Mond in L hat, nach der Richtung der Tangente LM fortzugehen, mit einer Geſchwindigkeit vergleichen, welche die anziehende Kraft in T bey L auf einer beſchriebenen länge hervorbringen würde. Denn wenn man ſich vorſtellet, daß dieſelbe Kraft, welche auf den Mond bey L würket, von gleicher Stärke bleibet, und gleichförmig auf einen Cörper bey L würket, ſo würde dieſer Cörper in einer gewiſſen Zeit nach T kommen, und in T eine Geſchwindigkeit erlangt haben, welche nach den Geſetzen der Natur ſich zu der Geſchwindigkeit in l nach der Richtung Ml, wie die Quadratwurzel von TL zur Quadratwurzel von Ml, (a) das iſt, wenn dv die Geſchwindigkeit des Mondes in l nach der Richtung Ml genannt wird, und die Geſchwindigkeit, welche durch dieſelbe Kraft der Schwere in der ganzen länge LT entſtehet V heiſſet, ſo iſt $LT : Ml = V^2 : dv^2$; aber wenn R die Geſchwindigkeit des Mondes in L nach der Tangente LM iſt, ſo iſt $2Ml : LM = dv : R$ (b) oder $4Ml^2 : LM^2 = dv^2 : R^2$ und da $Ml = \frac{CA.LM^2}{2TL.Lt}$ iſt (c), ſo iſt $2CA : Lt = V^2 : R^2$; woraus man $2CA = \frac{LT.V^2}{V^2 - R^2}$ findet.

Daß $2CA = \frac{LT.V^2}{V^2 - R^2}$ ſey, ſolches entdecket eine neue Eigenſchaft bey der elliptiſchen Bewegung eines Cörpers, welche die Veränderungen, die die Kraft der Sonne auf den Mond bewürken kann, ſehr aufkläret. Denn es iſt $2CA =$

 LT

(a) Dies Geſetz wird von den Naturkundigen erkläret und bewieſen.
(b) §. 33. Anm. 5. (c) §. 33. num. 11.

LT+Lt. Wenn alſo $\acute{V}:\acute{R}$, wie die Geſchwindigkeit, welche in der Länge Ll durch die Schwere des Mondes gegen T erworben wird, zu der Geſchwindigkeit nach der Tangente bey l iſt, ſo muß

$$\frac{lT.\acute{V}^2}{\acute{V}^2-\acute{R}^2} = \frac{LT.V^2}{V^2-R^2}$$

und alſo der Mond in der Ellipſe ALP gegangen ſeyn. Wenn aber der Mond in λ iſt, und die Geſchwindigkeiten V'', R'' den Geſchwindigkeiten V, R, entſprechen, λτ parallel mit lt, und

$$T\lambda+\lambda\tau = \frac{T\lambda.V''^2}{V''^2-R''^2}$$

iſt; ſo iſt τ der zweete Brennpunct, Tτ die Eccentricität, und deſſen Lage zeiget, was die Apſiden vor eine Bewegung gehabt.

Aus der Figur erhellet deutlich, daß die Apſiden zurückweichen müſſen, wenn die Kraft der Sonne den Mond in ſeiner erſten Ellipſe hineinwärts treibet, denn die Linie lt rücket nach λτ, welche = lt und mit ihr parallel iſt, daher muß die Apſidenlinie in Tr liegen, wenn die Geſchwindigkeiten V'', R'' mit $\acute{V}$, $\acute{R}$ einerley ſind; ſonſt fällt die Apſidenlinie auf der einen oder andern Seite von Tr, als in Tτ, welches leicht entſchieden wird, wenn TL, CA und Tt, nach ihrer Lage, Länge und Gröſſe nebſt V, R gegeben werden, und wenn Tλ, V'' und R'' mit den Wehrten verglichen werden, die ihnen nach gleichem Zeitverlaufe in der Ellipſe des Mondes zukommen müſſen.

Wir merken hiebey an, daß die Eccentricität des Mondes Tt, wie auch die gröſſere Axe ſeiner Bahn, verändert werde; es würde aber eine beſondere und ſehr weitläuftige Abhandlung erfordern, wenn man deutlich erklären wollte, wie dieſe Aenderungen

gen

gen in der Eccentricität und gröſſern Axe in gewiſſen Gränzen erhalten werden.

§. 46.

Im §. 42 iſt angenommen worden, daß die Ebene der Mondbahn mit der Ebene der Ecliptik zuſammenfalle, damit die Würkung der Sonne auf den Mond deſto leichter erkläret werden könnte; die Neigung der Mondbahn iſt auch ſehr klein, nämlich ungefähr 5 Grade, ſo daß die Würkung der Sonne auf den Mond wenig kleiner iſt, als ſie ſeyn würde, wenn die Ebene der Mondbahn in der Ebene der Ecliptik läge. Aber ungeachtet der geringen Neigung verurſacht doch die beſtändige Würkung der Sonne in der Mondbahn eine Aenderung, die ſich deutlich offenbahret; nämlich daß die Knoten der Mondbahn zurückgehen und ihren Umlauf in 18 Jahren 224 Tagen und 5 Stunden vollenden, oder mit einer graden Jahrzahl in 19 Jahren, welches in der Zeitrechnung eine merkwürdige Periode iſt, und zur Verfertigung der ſogenannten beſtändigen Calender gebraucht wird.

Es ſey alſo die Mondbahn gegen die Ebene der Ecliptik geneigt, und ſchneide dieſelbe in der graden Linie Nn, (Fig. 39) die durch der Erde Mittelpunct T gehet; man ziehe TS nach der Sonne in S und der Mond ſey in L; man ziehe SL, imgleichen LB mit ST parallel und mit ihr von einerley Gröſſe, und mache $SL^2 : ST^2 = LB : LE$, wie (Fig. 35); ſo liegen LB und LE in der Ebene STL. Und wenn man die grade Linie BE ziehet, und das Parallelogramm LBEF zeichnet, ſo lieget LF nicht in der Ebene der Mondbahn, ſondern in der Ebene SLT. Es ſey nun LR eine Tangente der Mondbahn in dem Punct L und durch LR ſey eine Ebene ſenkrecht auf die Ebene der Mondbahn gelegt und werde von der Ebene STL in LM geſchnitten. Wenn nun die Kraft $\frac{S.LF}{ST^3}$ die Bewegung des Mondes ſtöh-

 ret,

ret, ſo muß dieſelbe in die gleichgeltenden Seitenkräfte $\frac{S.LG}{ST^3}$ und $\frac{S.LM}{ST^3}$ zerleget werden. Die erſtere iſt die Evections-kraft und würket nach der Richtung LG; und die ganze Würkung der leztern $\frac{S.LM}{ST^3}$ geſchiehet nach der Linie LM in einer durch LR auf der Mondbahn ſenkrechten Ebene. Wenn nun MR ſenkrecht auf LR gezogen iſt, und das Parallelogramm LRMr gezeichnet wird, ſo wird die Kraft $\frac{S.LM}{ST^3}$ in zwo gleichgeltende zerleget, nämlich $\frac{S.LR}{ST^3}$, die nach der Tangente LR würket, oder die Variationskraft ausmacht, und $\frac{S.Lr}{ST^3}$, deren Richtung auf die Mondbahn ſenkrecht iſt, oder den Mond aus ſeiner Bahn näher nach der Ebene der Eccliptik treibet. Dieſe Kraft $\frac{S.Lr}{ST^3}$ iſt die Urſache von dem Zurückgehen der Knoten, welches nun weiter erkläret werden ſoll.

Wenn der Mond (Fig. 40) in L iſt und Nn die Knotenlinie iſt, ſo muß der Mond in der Zeit, daß er von L nach M gehet, näher nach der Ebene der Eccliptik hinrücken, durch die Kraft $\frac{S.Lr}{ST^3}$ (F.39) getrieben. Wenn er nun nach P gekommen iſt, ſo muß ſich der Mond würklich in der Ebene LTPr bewegen, welche die erſtere Ebene in L ſchneidet und die Ebene der Eccliptik in einem Punct r trift, das näher nach P liegt, als der Knoten n. Hieraus iſt klar, daß die Knotenlinie aus Tn nach Tr habe rü-

cken

cken müſſen, und daß der Knoten n der Bewegung des Mondes entgegen oder zurückgegangen. Auf gleiche Art würde die Knotenlinie zurückgehen, wenn der Mond in l wäre; denn indem er von l nach m gehet, wird er aus der Ebene ſeiner Bahn näher nach der Ebene der Eccliptik getrieben oder nach ein Punct p. Folglich muß die Ebene, welche durch den Bogen lp und T gehet, die Ebene der Eccliptik ehe treffen, als in TN, nämlich in einer Linie wie TR, das iſt, die Knotenlinie Nn iſt nach RT zurückgegangen.

Da das Zurückweichen der Knotenlinie durch die Kraft der Sonne entſtehet, ſo iſt daſſelbe auch Veränderungen unterworfen die aus dem gröſſern oder geringern Abſtande der Sonne, oder auch aus der Lage des Mondes, in den Syzygien und Quadraturen oder auſſer denſelben, folgen; aber es wird daſſelbe auch durch die Lage der Mondbahn gegen die Sonne verändert. Nämlich wenn Nn mit ST (Fig. 39) zuſammenfällt, ſo lieget die Sonne in der Mondbahn, und kann keine Kraft ausüben, ihn davon wegzuziehen; wenn aber Nn ſenkrecht auf den Abſtand der Sonne ST iſt, ſo iſt die Kraft $\frac{S.Lr}{TS^3}$ am würkſamſten. Hiernach beobachten die Aſtronomen auch, daß die Mondknoten ſtille ſtehen, wenn die Sonne in der Knotenlinie ſtehet, und am geſchwindeſten zurückgehen, wenn die Knotenlinie Nn ſenkrecht gegen den Abſtand der Sonne ST liegt. Aber die Abweichung des Mondes von ſeiner Bahn iſt am gröſten, wenn der Mond in den Syzygien iſt, und verſchwindet in den Quadraturen, daher wird das Zurückweichen der Knoten am allergrößten, wenn die Knotenlinie Nn auf ST ſenkrecht und der Mond zugleich in den Syzygien iſt.

Es iſt auch zu merken, daß die Bewegung der Knoten deſto ſtärker ſey, je weiter der Mond von ſeinen Knoten iſt: denn wenn der Mond (Fig. 41) in ſeiner Bahn LlR in M iſt, ſo daß der nächſte

nächſte Knoten in der Ecliptik RE in R iſt, und wenn ſich der Knoten nach N bewegt hat, indem der Mond von M nach L gegangen, ſo iſt klar, daß wenn der Mond in m geweſen, und durch einen eben ſo groſſen Bogen ml gegangen wäre, ſo würde ſich die Ebene der Mondbahn von der Ebene ml☋ bis ln gewälzet haben, ſo daß der Winkel Rln = RLN geworden wäre, alſo müßte ſin LN : ſin. NR = ſin. ln : ſin. n☋, und NR > nR ſeyn, da LN > ln iſt.

Hieraus folget, daß das Zurückgehen der Mondknoten am geſchwindeſten iſt, wenn der Mond mitten zwiſchen den Knoten iſt; und daß ſie ſtille ſtehen, wenn der Mond in den Knoten ſtehet; aber daß, wenn der Abſtand des Mondes vom Knoten gegeben iſt, die Geſchwindigkeit der Bewegung der Knoten, ſo wohl auf die ſcheinbare Lage der Sonne in Anſehung der Knotenlinie, als auf die Lage des Mondes in den Syzygien oder zwiſchen denſelben und den Quadraturen beruhe.

Hieher gehöret, daß (Fig. 41. n. 1.) ſin LRE : ſin LNE = ſin LN : ſin LR iſt, und da LR > LN iſt, ſo muß LNE > LRE ſeyn. Auf gleiche Art wird gezeiget, daß (Fig. 41. n. 2.) LNE < LRE ſey, weil LN > LR iſt, alſo muß der Winkel, den die Mondbahn mit der Ecliptik macht, gröſſer werden, wenn der Mond von 90° Abſtand vom Knoten nach dem Knoten hingehet; umgekehrt muß ſolcher Winkel kleiner werden, wenn er von dem Knoten weggehet, bis zum Abſtande von 90° von dem Knoten. Die Ebene der Mondbahn macht mit der Ecliptik einen Winkel von ungefähr 5° 09′. Wenn der Mond in einem ſeiner Knoten iſt, und die Knotenlinie Nn (Fig. 39) ſtehet ſenkrecht auf ST, ſo iſt die Neigung 5° 18′. Wenn aber Nn in TS fällt und der Mond ſtehet in den Syzygien, ſo iſt dieſelbe nur 5°. Dieſe Erklärung von den Aenderungen der Neigung der Mondbahn gegen die Ecliptik kann dasjenige erläutern, was §. 39 von den Veränderungen der Planetenbahnen und ihrer

Neigungen gegen einander geſagt worden. Denn da die Abweichungen des Mondes von ſeiner elliptiſchen Bewegung ſo merklich ſind, aber die Neigung der Mondbahn von ſeiner mittlern Neigung nur 9 Min. abweichet, ſo können die Ebenen der Planetenbahnen ihre Neigungen gegen einander durch die Kraft der Schwere, die unter ſelbige würket, nicht merklich verändern, indem ihre Abweichungen weit geringer ſind als diejenigen des Mondes.

§. 47.

Die Wiſſenſchaft, alle angeführte Gleichungen und Ungleichheiten berechnen zu können, das iſt, ſie für jede gegebene Zeit nach ihrer wahren Gröſſe zu finden, heiſſet **Mondtheorie**: Dies iſt eine weitläuftige und ſchwere Arbeit, aber ſie iſt vor Newtons Zeit nicht recht angegriffen worden, ungeachtet die Aſtronomen viele Mühe angewandt haben, die Bewegung des Mondes zu kennen. Newton kam doch nicht ſo weit, zuverläßige Tabellen für die Bewegung des Mondes zu geben, ſondern nur neulich und in den lezten 30 Jahren haben ſich die Geometer und Aſtronomen vereiniget, den Mond zu berechnen. Clairaut, Euler, Dalembert und Simpſon ſind wegen ihrer geometriſchen Unterſuchungen der Mondtheorie am berühmteſten; Flamſtead, Halley, Monnier, Jac. Caßini, Bradley, Delacaille, Dethüry haben fleißige Beobachtungen über den Mond angeſtellet, wodurch ſeine Abweichungen mehr beſtimmet werden konnten, und Tob. Mayers Tabellen, die auf deren Beobachtungen und ſeine eigene geometriſche Beſtimmungen gegründet waren, ſind von allen Sternkundigen mit vielem Vergnügen aus dem Druck entgegen genommen worden. Dieſe Tabellen ſind von der **Commißion der Länge** in Engelland für ſehr genau erkannt worden, und Mayers Erben haben dafür, daß ſolche Tabellen der Commißion überlaſſen worden, 3000 Pf. Sterl. erhalten.

Solchergeſtalt haben wir Hoffnung, daß in Zukunft die Bewegung des Mondes ziemlich genau vorher geſagt werden können; aber die ausführliche und genaue Berechnung derſelben bleibet noch eine ſehr ſchwere Aufgabe. Was die Neigung der Mondbahn betrift, ſo iſt ſelbige zureichlich bekannt, und darnach kann der Abſtand des Mondes von der Eccliptik ſehr genau gefunden werden: aber die ſogenannten Evections- und Variationskräfte, nebſt der davon herrührenden Geſchwindigkeit des Mondes, Abſtand von der Erde, und ſcheinbare Lage in Anſehung der Sonne ſind noch ein wenig unſicher und ſcheinen der Aſtronomen zeitige Aufmerkſamkeit auf den Mond zu erfordern, um in Zukunft die über die Bewegung des Mondes berechneten Tabellen zu verbeſſern, oder auch neue Tabellen zu machen, wenn der Mond dahin gelanget, davon abzuweichen.

Im vorhergehenden haben wir gefunden, daß der Grund zur Mondtheorie darin beſtehe, daß der Mond nach dem Geſetz der Schwere von der Erde angezogen werde, und zufolge deſſen eine elliptiſche Bewegung haben müſſe; daß aber der Mond zugleich von der Sonne getrieben werde und alſo ſeine Bewegung nach den anziehenden Kräften zweener Cörper richten müſſe. Deswegen nennet man die Unterſuchungen über die Bewegung des Mondes die Aufgabe von drey Cörpern, weil man dabey Erde, Sonne und Mond in Betrachtung ziehen muß. Dieſe Art Unterſuchung kann auch auf jede beliebige andre drey Cörper angewandt werden. Euler hat dadurch die Ungleichheiten ausgerechnet, welche Jupiter in Saturns elliptiſcher Bewegung um die Sonne hervorbringet. Clairaut hat dieſelbige Unterſuchung angewandt, die Abweichungen von der elliptiſchen Bewegung bey Halleys Cometen zu finden, als er 1759 wiederkam. Delalande hat nach derſelben die Bewegungen der Knoten für jeden Planeten unterſuchet, und Bailly hat verſuchet auf ſelbige Art die Abweichungen oder Ungleichheiten der Jupiters Monden herauszubringen.

bringen. Und es ſind noch viele Anwendungen dieſer Aufgabe in der Aſtronomie übrig.

Wenn man von dieſem Grunde die Mondtheorie anfänget, ſo muß man gleich bedenken, daß der Mond kein kleiner Punct iſt, der nach der Erde gezogen wird, ſondern daß er würklich ein groſſer Cörper iſt, der die Erde wiederum an ſich ziehet, obgleich mit einer weit kleinern Kraft; daraus folget, daß die Annäherung des Mondes und der Erde ſich nach des Mondes und der Erde vereinigten anziehenden Kräften richtet, oder wenn in dem Abſtande $= 1$, T die anziehende Kraft der Erde und L diejenige des Mondes bedeutet, ſo iſt $T+L$ die ganze Kraft, mittelſt welcher Erde und Mond in ſolchem Abſtande $= 1$ einander nähern würden. Und da ſo wohl der Erde als des Mondes anziehende Kraft ſich umgekehrt wie das Quadrat des Abſtandes verhält, ſo wird in dem Abſtande TL (Fig. 39) die Kraft, welche Erde und Mond gegen einander ziehet $= \frac{T+L}{TL^2}$. Dies iſt die §. 40 erwähnte Centralkraft der Erde, nach welcher der Mond ohne die Würkungen der Sonne eine elliptiſche Bewegung haben würde.

Die elliptiſche Bewegung des Mondes muß eigentlich nicht ſo verſtanden, daß wenn der Mond und die Erde alleine wären, oder wenn ſie für ſich beſonders betrachtet werden, die Erde dabey ohne alle Bewegung ſeyn würde; ſondern ſo wie Erde und Mond in einem gewiſſen Puncte zuſammen kommen würden, welcher Schwerpunct genannt wird, wenn ſie keine andere Bewegung hätten, als die, welche von ihren anziehenden Kräften gegen einander verurſachet wird, ſo beſchreibet nun ein jeder ſeine Ellipſe um ſolchen Schwerpunct, der ein gemeinſchaftlicher Brennpunct für beyde Ellipſen iſt. So wenn (Fig. 42.) der Erde Mittelpunct in A, des Mondes in B iſt, A und B durch eine grade Linie verbunden und in C ſo geſchnitten wird, daß $BC:CA =$

 $T:L$,

T:L, ſo iſt C der gemeinſchaftliche Schwerpunct des Mondes und der Erde, und dieſer Punct C muß unveränderlich bleiben, wenn auf Erde und Mond keine andre Kraft würket, als ihre Schwere gegen einander, wie ſolches die Geſetze der Bewegung in der Natur ergeben. Hieraus ſchlieſſet man, daß, wenn der Mond durch einen Bogen Bb gegangen und man ziehet bC und verlängert dieſelbe bis bC:Ca = T:L wird, die Erde in a ſeyn und alſo zugleich den Bogen Aa durchgelaufen ſeyn müſſe, der dem Bb ähnlich iſt. Man ziehe nun aβ parallel mit AB und von gleicher Gröſſe und bβ ſey ähnlich mit Bb oder Aa, man nehme auch an, daß die Linie AB auf ſelbige Art immer mit a fortrücke, ſo wird es ſcheinen, daß der Mond durch den Bogen bβ gegangen. Weiter iſt klar, daß Mond und Erde um C Ausſchnitte beſchreiben, die den Zeiten proportional ſind, aber der Ausſchnitt baβ iſt auch dieſen Ausſchnitten ähnlich, alſo iſt auch dieſer Ausſchnitt in dem Verhältniſſe der Zeit; auſſerdem ſind die Bogen Bb, Aa, elliptiſch, und haben ihren eignen Brennpunct in C; folglich iſt bβ gleichfals eine Ellipſe und hat den Ort der Erde zum Brennpunct. Man kann daher beſtändig annehmen, daß die ſcheinbare Bewegung des Mondes um die Erde eine Ellipſe ſey, welche den Mittelpunct der Erde zu einem ihrer Brennpuncte hat. Dieſe Hypotheſe könnte wohl einigen Irrthum in dem Laufe der Erde um die Sonne hervorbringen; denn es iſt nicht der Erde Mittelpunct, welcher die elliptiſche Erdbahn beſchreibet, ſondern eigentlich zu ſagen, geht das Punct C, welches der gemeinſchaftliche Schwerpunct der Erde und des Mondes iſt, in ſolcher Ellipſe; aber das Punct C liegt nahe an der Erde, denn es iſt L:T = 1:70 ungefähr, daher ſind die Abweichungen der Erde, welche von ihrem Gefährten dem Monde herrühren, ſehr klein, und gehen nicht höher als eine Misrechnung von ungefähr einer halben Secunde verurſachen würde.

§. 48.

§. 48.

Wenn man über die Mondtheorie Rechnung anſtellen will, ſo müſſen die Kräfte, welche die Bewegungen des Mondes regieren, nach ihrer wahren Proportion beſtimmet werden, und wenn dieſe ausgemacht iſt, ſo muß man vermittelſt der höhern Geometrie die krumme Linie berechnen, darin der Mond ſich beweget. Aus dem vorhergehenden iſt klar, daß die Kräfte wodurch der Mond nach T und S (Fig. 39) gezogen wird, ſich wie $\frac{T+L}{TL^2}$ zu $\frac{S+L}{SL^2}$ verhalten, wenn T, L, S die Kraft der Erde, des Mondes, der Sonne für den Abſtand $= 1$ bedeuten. Da aber $LB = TS$ und LB mit TS parallel iſt, ſo iſt TLBS ein Parallelogramm und die Kraft, welche den Mond nach S ziehet, iſt gleichgeltend mit zwo andern Kräften, die nach T und B ziehen, und welche ſich zu $\frac{S+L}{SL^2}$ verhalten, wie TL und LB zu SL. Alſo wird der Mond nach T mit einer Kraft $= \frac{T+L}{TL^2} + \frac{(S+L)TL}{SL^3}$, und nach B mit einer Kraft $\frac{(S+L)TS}{SL^3}$ gezogen; die erſtere würket ſo, daß die Schwere des Mondes gegen die Erde dadurch beſtändig vermehret wird, und würde ein Zurückweichen der Apſiden in der Mondellipſe zuwege bringen, wenn die leztere Kraft $\frac{(S+L)TS}{SL^3}$ nicht zugleich den Mondlauf regierete. Aber von dieſer leztern Kraft $\frac{(S+L)ST}{SL^3}$ entſtehet in dem Mondeslauf keine Ungleichheit, als in ſo weit, ſie gröſſer oder kleiner

iſt, als die Kraft der Sonne, den Lauf der Erde zu lenken. Wenn nämlich $\frac{T+S}{TS^2} > \frac{(S+L)TS}{SL^3}$ iſt, ſo kann der Mond ſich nicht ſo ſchnell, als die Erde, der Sonne nähern, ſondern es gehet mit der elliptiſchen Bewegung des Mondes ſo, als wenn eine Kraft den Mond von der Erde wegtriebe, oder ihn auſſerhalb ſeiner Ellipſe nach einer mit ST parallelen Richtung zurückhielte; auf gleiche Art, wenn $\frac{T+S}{TS^2} < \frac{(S+L)TS}{SL^3}$, das iſt, wenn der Abſtand des Mondes von der Sonne kleiner iſt, als der Abſtand der Erde von der Sonne, ſo wird der Mond ſchneller als die Erde gezogen, und muß ſich nach der Richtung LB aus ſeiner Ellipſe heraus begeben. Aus der Bewegung der Mondapſiden kann man ſchlieſſen, daß dieſe Kraft, welche nichts anders iſt, als der Unterſchied der Kräfte $\frac{T+S}{TS^2}$ und $\frac{(S+L)TS}{SL^3}$, die Kraft $\frac{(S+L)TL}{SL^3}$ merklich übertreffe, wenn man beyder Würkung, den Mond in ſeine natürliche und urſprüngliche Ellipſe hinein oder aus derſelben hinaus zu treiben, abmiſſet.

Der Unterſcheid der Kräfte $\frac{T+S}{TS^2}$ und $\frac{(S+L)TS}{SL^3}$ muß durch $\pm \frac{T+S}{ST^2} \mp \frac{(S+L)TS}{SL^3}$ bezeichnet werden, die oberſten Zeichen gelten, wenn die Erde näher nach der Sonne ſtehet, als der Mond; die untern aber, wenn der Abſtand des Mondes von der Sonne kleiner iſt, als der Abſtand der Erde von derſelben. Im erſtern Falle iſt die Würkung der

Kraft

Kraft, welche davon entſtehet, der Richtung von L nach B grade entgegen, aber im leztern Falle wird der Mond von L gegen B hinabgezogen. Es geſchiehet aber dieſe Würkung nicht in der Ebene der Mondbahn, oder LB lieget nicht in der Ebene NLn. Es ſey alſo BD ſenkrecht auf die Ebene NLn und treffe dieſelbe in D, und man zeichne das Parallelogramm BDLd, ſo zerleget man die Kraft $\pm \frac{T+S}{ST^2} \mp \frac{(S+L)TS}{ST^3}$ in zwo andre gleichgeltende, die ſich zu derſelben verhalten, wie Ld, LD zu LB, oder wie ſin BLD und coſ BLD zum Halbmeſſer. Um den Winkel BLD zu finden, ziehe man TK parallel mit LD und es iſt der Winkel ATK gleich groß mit dem Winkel BLD. Aber ATK iſt gleich dem ſcheinbaren Abſtande der Sonne von der Ebene der Mondbahn, und NTA gleich mit dem Abſtande der Sonne vom Mondknoten; alſo verhält ſich der Halbmeſſer zum Sin. der Neigung des Mondes gegen die Ecliptik, wie ſin NTA zum ſin BLD. Wenn alſo $A = 5^\circ\ 09'$, welches die Neigung der Mondbahn gegen die Ecliptik iſt, ſo iſt ſin BLD = ſin A . ſin NTA, wenn der Halbmeſſer = 1 iſt.

Man ſetze nun BLD = U; ſo iſt die Kraft nach Ld = $\pm \frac{(T+S)\text{ſin}U}{ST^2} \mp \frac{(S+L)TS\text{ſin}U}{SL^3}$ und nach LD = $\pm \frac{(T+S)\text{coſ}U}{TS^2} \mp \frac{(S+L)ST.\text{coſ}U}{SL^3}$. Die erſtere bringet eine Zurückweichung der Knoten zuwege und iſt einerley mit $\frac{S.Lr}{ST^3}$ im §. 46. Die leztere nach LD muß noch in zwo andre gleichgeltende vermittelſt des Parallelogramms LRDH zerleget

leget werden, deren eine nach LR ==

$$\frac{LR}{LD}\left(\pm\frac{(T+S)\operatorname{coſ}U}{TS^3}\mp\frac{(S+L)\,ST.\operatorname{coſ}U}{SL^3}\right);$$

die andre nach LH ==

$$\frac{LH}{LD}\pm\left(\frac{(T+S)\operatorname{coſ}U}{TS^2}\mp\frac{(S+L)ST.\operatorname{coſ}U}{SL^3}\right)$$

iſt. Die erſtere, welche nach der Tangente würket, iſt einerley mit der Variationskraft $\frac{S.LR}{TS^3}$ im §. 46.; aber die andre treibt den Mond parallel mit LT und würket gegen die Kraft $\frac{(S+L)TL}{SL^3}$, oder vereinigt ſich mit ihr, und macht die Evectionskraft $\frac{S.LG}{TS^3}$ im §. 46. aus.

Es ſey nun der Abſtand des Mondes von der Sonne oder der Winkel KTL = DLH = z, ſo iſt LD : LR = ſinLHD:ſinz, und die Variationskraft ==

$$\frac{\sin z\ \operatorname{coſ}U}{\sin TLR}\left(\pm\frac{T+S}{TS^2}\mp\frac{(S+L)ST}{SL^3}\right);$$ aber LHD iſt = TLR und ſinLDH = ſin(DLH + LHD) = ſin(z+TLR). Daneben iſt LD : LH = ſinLHD : ſinLDH = ſinLHD : ſin(z+TLR); daher die Evectionskraft ==

$$\frac{\sin(z+TLR)\operatorname{coſ}U}{\sin TLR}\left(\pm\frac{T+S}{ST^2}\mp\frac{(S+L)ST}{SL^3}\right)$$

$$+\frac{(S+L)TL}{SL^3}$$ wird. Man nenne die Evectionskraft E; die Variationskraft V und die Kraft $\frac{T+L}{TL^2}=G$; ſo hat man

folgen-

folgendes geometriſches Problem: Die Bewegung des Mondes zu finden, wenn die Kräfte G und V den Mond nach den Mittelpunct der Erde treiben und die Kraft E nach der Richtung der Tangente von L nach R würket. Dies iſt eben das Problem von drey Cörpern, darauf in den nächſten 30 Jahren die tiefſinnigſten Geometer ſehr gearbeitet haben §. 47. Es iſt nicht nöthig, hiebey die Kraft, welche auf der Ebene der Eccliptik ſenkrecht iſt, in Erwägung zu ziehen, denn ſie hindert die nun bemerkten Kräfte nicht, die in der Ebene der Mondbahn würken, und die Kraft, welche das Zurückweichen der Knoten nebſt den Veränderungen in der Neigung der Bahn des Mondes gegen die Eccliptik zuwege bringet, iſt unter allen am leichteſten genau zu beſtimmen.

Um einen Begriff von der Auflöſung dieſer Aufgabe zu geben, muß man die Bewegung eines Cörpers in Anſehung eines gegebenen Punctes betrachten, wenn er in einer gewiſſen Art Linie gehet, und zuerſt den Fall erwägen, wenn die Bewegung des Cörpers gleichförmig in einer graden Linie geſchiehet. Ein Cörper L gehe in der graden Linie AL (Fig. 43) von L nach l; ſeine Bewegung ſey gleichförmig und ſeine Geſchwindigkeit $= c$; ſo wird ſolcher Cörper von dem Puncte T immer weiter und weiter weg gehen. Wenn man nun die Geſchwindigkeit ſuchet, mit welcher der Abſtand des Cörpers von T vergröſſert wird, ſo iſt dieſelbe ungleich. Denn wenn TA auf AL ſenkrecht iſt, und Tl unendlich nahe an TL lieget, daneben $T\lambda = TL$ iſt, ſo iſt $Ll : l\lambda = TL : LA$, oder $TL : LA = c : \frac{c.LA}{TL} =$ der Geſchwindigkeit, mit welcher ſich der Cörper parallel mit TL beweget. Man nenne AT, a; AL, x; und $TL = y = \sqrt{(a^2 + x^2)}$, ſo iſt Ll, dx; $l\lambda$, dy und des Cörpers Geſchwindigkeit mit TL parallel $= \frac{cx}{y}$ und deſſen Differential $\frac{cdx}{y}$ —

$- \frac{cxdy}{y^2}$. Es iſt aber $xdx = ydy$; daher iſt $xdy = \frac{x^2 dx}{y}$ und $\frac{cdx}{y} - \frac{cxdy}{y^2} = \frac{cy^2 dx - cx^2 dx}{y^3} = \frac{a^2 cdx}{y^3}$.

Hieraus erhellet, daß die Geſchwindigkeit von T in TL oder mit TL parallel veränderlich iſt; denn das Verhältniß zwiſchen x und y iſt veränderlich, und je gröſſer x wird, deſto mehr nähern ſich x und y der Gleichheit. Zugleich ſiehet man auch, daß dieſe Geſchwindigkeit zunimmt, als wenn eine Centrifugalkraft in L auf den Cöper würkte und ihn mit der Geſchwindigkeit $\frac{a^2 cdx}{y^3}$ bewegte. Es iſt merkwürdig, daß dieſe Centrifugalkraft dieſelbe bleibet, wenn dieſer oder ein anderer Cörper in gleicher Zeit von L nach Tl in einer auf TL ſenkrechten Richtung gehet. Denn in dieſer Zeit müſte der Cörper vermittelſt der Centrifugalkraft einen Weg durchgelaufen ſeyn, der $= \frac{L\lambda^2}{2TL}$ iſt (a), und wenn der Cörper den Winkel LTl beſchrieben hat, wird die Geſchwindigkeit der Centrifugalkraft zur Geſchwindigkeit c ſeyn, wie $\frac{L\lambda^2}{TL} : Ll$. Nun iſt $y : a = Ll : L\lambda = dx : \frac{adx}{y} = L\lambda$, alſo iſt $Ll : \frac{L\lambda^2}{TL} = dx : \frac{a^2 dx^2}{y^3} = c : \frac{a^2 cdx}{y^3}$, welches die Geſchwindigkeit dieſer Centrifugalkraft iſt, die der vorigen gleich iſt. Auf gleiche Art können wir allerhand Kräfte vergleichen, indem wir die Wege vergleichen, die durch die Würkung der Kräfte in gleicher Zeit zurückgeleget werden.

Es ſey nun der Mond in L (Fig. 44) und Ll berühre ſeine Bahn in L; man ziehe aus der Erde Mittelpunct nach der Mondbahn Lλ die Linien TL und Tλ unendlich nahe, und der Mond ſoll

(a) vergl. §. 15.

ſoll durch $L\lambda$ gegangen ſeyn; Es ſey dann LO ſenkrecht auf $T\lambda$ und man nehme S = der Centrifugalkraft in L und $1 : dz = TL : LO$, oder $dz = \frac{LO}{LT}$. Man ſetze weiter $Ll = ds$; $TL = x$; u die Geſchwindigkeit des Mondes nach der Tangente Ll und v deſſen Geſchwindigkeit ſich T zu nähern oder ſeine Geſchwindigkeit von L nach T, ſo iſt $Ol = dx$; $xdz = \sqrt{(ds^2 - dx^2)}$; $x^2 dz^2 = ds^2 - dx^2$ und $v : u = dx : ds$ oder $u = \frac{vds}{dx}$, und

$$du = \frac{dvds}{dx} + \frac{vdds}{dx} - \frac{vdsddx}{dx^2},$$

und wenn man $ddz = 0$ nimmt, ſo wird $dsdds = xdxdz^2 + dxddx$ und $du =$

$$\frac{dvds}{dx} + \frac{vxdz^2}{ds} + \frac{vddx}{ds} - \frac{vdsddx}{dx^2} =$$

$$\frac{dvds}{dx} + \frac{vxdz^2}{ds} + \frac{vddx}{dsdx^2}(dx^2 - ds^2) ==$$

$$\frac{dvds}{dx} + \frac{vxdz^2}{ds} - \frac{vddx . x^2 dz^2}{dsdx^2} = \frac{dvds}{dx}$$

$$+ \frac{vxdz^2}{ds}\left(1 - \frac{xddx}{dx^2}\right).$$

Wenn nun keine Kraft auf den Mond würkte, ſo würde u unveränderlich ſeyn, und die Centrifugalkraft S würde allein die Veränderung in der Geſchwindigkeit v zuwege bringen, daß ſie mit einer Geſchwindigkeit =

$$\frac{v}{dx} \cdot \frac{LO^2}{TL} = \frac{vxdz^2}{dx}$$

abnimmt. Da aber die Kräfte G+V den Mond von L nach T ziehen, und E nach der Richtung der Tangente würket, ſo iſt $dv : du = G + V - S : E$ oder wenn man $G + V - S = P$ ſetzet, $dv : du = P : E$ und $du =$

$$\frac{E . dv}{P},$$

das iſt

$$\frac{E . dv}{P} - \frac{dvds}{dx} = \frac{vxdz^2}{ds}.$$

$\left(1 - \frac{xddx}{dx^2}\right)$ oder $\frac{dv}{v}\left(\frac{E}{P} - \frac{ds}{dx}\right) = \frac{xdz^2}{ds}\left(1 - \frac{xddx}{dx^2}\right)$. Auſſerdem iſt $S : P = \frac{vxdz^2}{dx} : dv$. Daher $\frac{dv}{v} = \frac{Pxdz^2}{Sdx}$, alſo $\frac{Pxdz^2}{Sdx}\left(\frac{E}{P} - \frac{ds}{dx}\right) = \frac{xdz^2}{ds}\left(1 - \frac{xddx}{dx^2}\right)$, das iſt $\frac{Pds}{Sdx}\left(\frac{E}{P} - \frac{ds}{dx}\right) = 1 - \frac{xddx}{dx^2}$ oder $\frac{Eds}{Sdx} - \frac{Pds^2}{Sdx^2} = \frac{dx^2 - xddx}{dx^2}$, welches die Gleichung für die Bewegung des Mondes in ſeiner Bahn iſt, und mit den für S, P, E, zu ſetzenden Wehrten integriret werden muß.

Bey dieſer gefundenen Aequation muß man bemerken, daß $\int \frac{dx^2 - xddx}{dx^2} = \frac{x}{dx}$ ſey. Daher hat man $\frac{xdz}{dx} = \int \frac{Edz}{S} \cdot \frac{ds}{dx} - \int \frac{Pdz}{S} \cdot \frac{ds^2}{dx^2}$. Wenn alſo $\frac{ds}{dx}$ durch endliche Gröſſen beſtimmt werden kann, ſo iſt die Gleichung des Mondes zum erſten Grade gebracht. Aber man bedenke, daß die Bewegung des Mondes um die Erde als elliptiſch angeſehen werden müſſe, indem ſie würklich in eine ſolche verwandelt werden würde, wenn die Variations- und Evectionskräfte in einem Puncte L aufhöreten, und man ſetze die gröſſere Axe der Ellipſe, a; die kleinere, b; die Eccentricität, c; ſo müßte ſeyn $ds^2 : x^2dz^2 = ax - x^2 : b^2$, und daher $ds^2 : dx^2 = ax - x^2 : ax - x^2 - b^2$ und $dx^2 : x^2dz^2 = ax - x^2 - b^2 : b^2$. Hieraus findet man $\frac{b}{(\sqrt{ax - x^2 - b^2})} = A + \int \frac{Edz}{S}$

$\cdot \frac{(\sqrt{ax-x^2})}{(\sqrt{ax-x^2-b^2})} - \int \frac{\Gamma dz}{S} \cdot \frac{ax-x^2}{ax-x^2-b^2}$, wo a und b vor der Integration weggeſchafft werden müſſen. (vergl. §. 44. 45.) Mehr hievon anzuführen erlaubet die gegenwärtige Kürze nicht.

§. 49.

Auſſer den Ungleichheiten des Mondes in ſeiner Bewegung um die Erde verdienet noch ſeine Umdrehung um die Axe an ihm bemerket zu werden. Es ſey die Erde in T (Fig. 45) und ABPD die Mondbahn, auf deſſen Ebene die Axe des Mondes faſt ſenkrecht zu ſtehen gefunden wird, denn die Axe macht mit der ſenkrechten Linie nur einen Winkel von 2 Graden oder noch weniger (a). AP ſey die Apſidenlinie, die hier als unbeweglich angeſehen werden kann, und QTq ſey auf AP ſenkrecht. Nn ſtelle eine Ebene vor, die allezeit auf der graden Linie zwiſchen den Mittelpuncten der Erde und des Mondes ſenkrecht iſt, ſo wird man allezeit die Oberfläche des Mondes, welche zwiſchen der Ebene Nn und der Erde in T enthalten iſt, von der Erde aus ſehen können. Aber man hat beobachtet, daß man von der Erde aus allezeit einen und eben denſelben Theil der Oberfläche des Mondes ſiehet, oder daß die Mondſcheibe allezeit eben dieſelben Flecken habe und auf einerley Art ausſiehet, alſo muß der Mond allezeit eine und eben dieſelbe Seite gegen die Erde richten. Alſo würde ein Mondeinwohner in a, wenn der Mond in A iſt, die Erde nach der Richtung AT, aber in P nach der Richtung PT ſehen, welches ganz umgekehrt iſt. Dies könnte bey dem Umlaufe des Mondes von A nach P nicht geſchehen, wenn der Mond ſich in der Zeit, daß er von A nach P gehet, nicht halb um eine Axe drehete; alſo iſt klar, daß ſich der Mond um eine Axe drehet und eine halbe Umdrehung macht, indem er ſeine halbe Bahn AQP durchläuft. Auf eben die Art wird ſich der

(a) De la Lande Aſtronomie T. II. §. 2579. p. 1244.

Mond halb um eine Axe drehen, indem er von P durch q nach A gehet, und bey A wieder eine ganze Umdrehung vollendet haben.

Dieſe Bewegung des Mondes um ſeine Axe, die ſo wohl mit ſeinem Gange in ſeiner Bahn zutrift, muß auf eine beſondere Art vorfallen, und dürfte in Zukunft zur Entdeckung noch unbekannter Wahrheiten führen. Hier wollen wir nur erinnern, daß ſie gleichförmig iſt, ſo viel man aus den genaueſten Beobachtungen abnehmen kann; da nämlich die elliptiſche Bewegung des Mondes zum Grunde geleget wird, ſo muß der Mond von A bis P ſeine halbe Umlaufszeit angewandt und zugleich eine halbe Umdrehung um ſeine Axe verrichtet haben; aber von A nach Q wendet der Mond längere Zeit an, als von Q nach P, und alſo hat er auch mehr als den vierten Theil ſeiner ganzen Umdrehung vollbracht, indem er von A nach Q gegangen. Eben ſo muß auch der Mond, in der Zeit, da er nun weiter von P nach q gegangen, nicht völlig drey Viertheil ſeiner ganzen Umdrehung gemacht haben; aber bey ſeiner Wiederkunft in A, iſt eine ganze Umdrehung vollbracht. Um dies wohl zu verſtehen, muß man ſich einen Kreis oder Ring Ll vorſtellen, der in A um den Mond an deſſen Oberfläche bey dem Durchſchnitt der Ebene Nn befeſtiget worden, und die Flecken wohl merken, die man an den Seiten bey L und l oder am öſtlichen und weſtlichen Rande ſiehet; dieſer Ring drehet ſich dem Monde gleich um und wird bey Q mehr als eine Viertelumdrehung gemacht haben, alſo kann Ll nicht ſenkrecht auf TQ ſeyn, ſondern der Winkel TQl muß ſtumpf ſeyn, und alſo muß die Ebene Nn, welche den ſichtbaren Theil des Mondes von dem unſichtbaren ſcheidet, einen Theil von dem Rande des Mondes, der in A geſehen werden konnte, verbergen; aber an dem weſtlichen Rande bey n einige Flecken ſehen laſſen, die in A unſichtbar waren. In P muß die Ebene wieder mit dem Ringe Ll zuſammenfallen, welcher ſich nun halb um-

umgedrehet, aber in q ſind wieder einige Flecken, die man in P und A ſahe, bey L oder nahe an dem weſtlichen Rande verſteckt worden und andre bey l ſichtbar geworden, die man in A und P nicht ſahe. Dies ſtimmet alles mit den Beobachtungen vollkommen überein, ſo daß man daraus ſchlieſſen kann, daß der Mond ſich gleichförmig um ſeine Axe drehet.

Die Aſtronomen nennen dieſe merkwürdige Erſcheinung die Schwankung des Mondes, denn die Alten glaubten, daß der Mond während ſeines Umlaufs nur aus ſeiner Lage ſchwankte; bey Q nach der öſtlichen Seite und bey q nach der weſtlichen, und daß er übrigens keine Bewegung um ſeine Axe habe; aber wenn dem alſo wäre, ſo müſte der Mond während ſeines Umlaufs alle Theile ſeiner Oberfläche ſehen laſſen, ſo daß man in P ganz andre Flecken als in A ſähe; und die in A ſichtbaren Flecken würden nach und nach an dem weſtlichen Rande verſchwinden und andere an der öſtlichen Seite hervorkommen, welches wider alle Erfahrung ſtreitet. Dieſe überzeuget uns, daß der Mond in der Zeit, da er ſeine Bahn einmahl durchläuft, ſich einmahl um ſeine Axe drehet; denn wir würden nie andre Flecken zu Geſicht bekommen, wenn ſeine Axe genau ſenkrecht auf die Ebene ſeiner Bahn ſtünde, und wenn die Bewegung des Mondes in einer Kreislinie mit allezeit gleicher Geſchwindigkeit geſchähe. Da nun keines von dieſen Stücken ſtat findet, ſo werden dadurch zwo ſcheinbare Schwankungen verurſachet, wovon die leztere nun beſchrieben iſt, und wovon die erſtere, deren nun erwähnet werden ſoll, ſehr geringe iſt.

Die Ebene PLp gehe (Fig. 46) durch die Axe Pp und ſchneide die Mondbahn in Ll; ſo iſt der Winkel PAl ungefähr 88°; und wenn Nn ſenkrecht auf die Ebene der Mondbahn ſtehet, ſo wird der Winkel PAN oder PaN nur 2°. Dieſe Ebene PLp und die Axe PA bleiben ſich bey jedem Mondes Umlauf um die Erde faſt ganz parallel, welches nicht allein bey dem Mon-

de, ſondern auch bey den Umdrehungen der Hauptplaneten ſelbſt um ihre Axe beobachtet wird. Hieraus folget, daß wenn die Erde in T iſt, und die Linie ATa mit Ll parallel gezogen worden, ſo daß ſie die Mondbahn in A und a trift, ſo muß die Ebene PLpl, wenn ſie verlängert wird, durch den Mittelpunct der Erde gehen, wenn der Mond in A und a kommt. Wenn alſo Nn eine auf AT ſenkrechte Ebene vorſtellet, ſo muß in A der obere Pol des Mondes ſichtbar, aber in a unſichtbar ſeyn, und umgekehrt der niedere Pol in A unſichtbar und in a ſichtbar ſeyn. Neben dem Pol P iſt ein Theil der Oberfläche des Mondes bey A ſichtbar und bey a unſichtbar, derjenige nämlich, welcher oben über der Ebene der Mondbahn zwiſchen der Ebene Nn und einer andern Ebene enthalten wird, die durch Pp gehet und auf der Ebene PLpl ſenkrecht ſtehet; umgekehrt iſt der Theil der Mondoberfläche von dieſen Ebenen unter der Mondbahn eingeſchloſſen bey A unſichtbar und bey a ſichtbar. Dieſe Schwankung iſt alſo ſüdlich oder nordlich und PN beträgt nur 2°; aber die erſtere war weſtlich oder öſtlich und gehet über ganze 6 Grade.

§. 50.

Ehe wir die Betrachtung des Mondes verlaſſen, müſſen wir noch von ſeinen Finſterniſſen reden und zeigen, wie auch die Erde durch ihn verfinſtert werden kann. Der Mond iſt an ſich ſelbſt dunkel, ſo wie die Erde, und wird von der Sonne erleuchtet §. 41. Daher kommt es, daß die Erde ſowohl als der Mond einen Schatten haben; dieſer Schatten hat eine kegelförmige Figur; denn es ſey ((Fig. 47) der Mittelpunct der Sonne in S und der Mittelpunct der Erde oder des Mondes in T; man verbinde ST und verlängere die Linie nach U, ſo daß TU ſich zu SU verhalte, wie der Durchmeſſer der Erde oder des Mondes zum Durchmeſſer der Sonne. Man lege durch US eine Ebene und ziehe in ſolcher aus U die Linie UA, welche die Sonne tangiret,

giret, ſo berühret ſolche auch die Erde oder den Mond in a. Wenn ſich nun die Ebene um SU drehet, ſo entſtehet eine kegelförmige Figur, deſſen Spitze U iſt; da aber der Sonnenſchein, welcher dieſen Kegel von S bis T erleuchtet, nicht durch die Erde oder den Mond in T durchdringen kann, ſo muß dieſer Kegel von T bis U dunkel ſeyn. Daher wird dieſer Kegel von den Aſtronomen Schattenkegel genannt. Wenn die Sonne eben ſo groß wäre, als der dunkle Cörper, ſo würde Aa parallel mit ST und die Figur des Schatten wäre cylindriſch; da aber die Sonne gröſſer iſt als jeder Planet, ſo haben ſie auch alle coniſche Schatten. Die Axen dieſer Schattenkegel liegen allezeit in den Ebenen ihrer Bahnen.

Wenn jemand in den Schattenkegel UaTbU geſtellt wird, ſo kann er die Sonne nicht ſehen, und wenn ein Cörper von der Sonne erleuchtet wird, aber ſich ſo beweget, daß er in den Schattenkegel tritt, ſo verliehret er ſein Licht oder wird verfinſtert. Die Mondfinſterniß entſtehet alſo, wenn der Mond bey ſeiner Bewegung um die Erde in den Erdſchatten geräth und den Schein verliehret, den er von der Sonne hat. Auf ſelbige Art wird die Erde verfinſtert, wenn der Mondſchatten bey der Bewegung beyder Cörper über die Oberfläche der Erde weggehet und das Licht der Sonne benimmt, daher dies eine Sonnenfinſterniß heiſſet, aber in der That iſt es eine Erdfinſterniß. Hieraus iſt klar, daß keine Sonnenfinſterniſſe als um die Zeit des Neumondes und keine Mondfinſterniſſe als um die Zeit des Vollmonds einfallen können. Die Aſtronomen beobachten dergleichen auch an dem Jupiter und deſſen Monden; denn wenn einer von ihnen in Jupiters Kegelſchatten gehet, ſo verſchwindet er; und wenn einer vor dem Jupiter über gehet, ſo ſiehet man auf Jupiters Scheibe einen dunkeln Flecken, welcher mit dem Monde fortgehet und ſo wie der Mond den Jupiter verläſſet. Dieſe Verfinſterungsflecken auf Jupiters Scheibe ſind bey einem gröſſern Monde auch

gröſſer, u. ſ. w. Auf den Saturn zeiget ſich dieſelbige Merkwürdigkeit, aber wegen ſeines gröſſern Abſtandes ſind zu ſolcher Beobachtung gröſſere Sehröhre nöthig, als man insgemein hat.

Der Mond beweget ſich, wie vorher beſchrieben iſt, nicht in einerley Ebene mit der Erde, ſondern ſolche Ebene neiget ſich gegen die Ebene der Eccliptik unter einen Winkel von 5° (§. 46.) Daher kommt es, daß der Mond zuweilen den Schatten der Erde vorbey gehet, ohne verfinſtert zu werden; zuweilen wiederum nur mit einem Theile ſeines Cörpers durch den Erdſchatten ſtreichet. Wenn die Mondbahn die Axe des Erdſchattenkegels ſchneidet, ſo heiſſet eine ſolche Mondfinſterniß Central und der Mond wird ungefähr 2½ Stunden ganz und gar verfinſtert; wenn der Mond ſo tief in den Erdſchatten gehet, daß er ganz verfinſtert wird, ſo heiſſet ſolche Finſterniß Total; aber Partial, wenn nur ein Theil des Mondcörpers durch den Erdſchatten gehet. Alle dieſe Arten Finſterniſſe können ſich bey dem Monde eräugen, da die Erde viel gröſſer, als der Mond iſt, ſo daß der Durchmeſſer des Erdſchattens in dem Abſtande von ihr, wo der Mond gehet, noch mehr als dreymahl ſo groß, als der Monddurchmeſſer iſt. Aber eine Erdfinſterniß kann nie Total werden, denn die Spitze des Mondſchattenkegels reichet nur kaum bis an die Erde, und bedecket nur einen kleinen Flecken auf der Erdoberfläche; ja zuweilen reichet die Spitze nicht bis zur Erde, in welchem Falle die Sonnenfinſterniß annulär oder ringförmig genannt wird; denn wenn die Sonne vom Monde benommen wird, wird demienigen, der in der Axe des Schatten ſtehet, nicht die ganze Sonne bedeckt, ſondern man ſiehet einen hellen Rand von der Sonne den finſtern Mondcörper umgeben, welche Merkwürdigkeit wegen der Bewegung des Mondes nur einige Minuten währet, da ſolche Erſcheinung geſehen werden kann. Wenn die ganze Sonnenſcheibe vom Monde bedeckt wird, ſo pflegt man zu ſagen, daß die Sonnenfinſterniß Total ſey, und Partial, wenn nur ein Theil

der

der Sonnenſcheibe an einem Orte nicht geſehen wird. Dies alles verdienet gründlicher erkläret zu werden.

Es ſey (Fig. 48) AB ein Durchmeſſer der Sonne, welcher auf die Axe des Erdſchattenkegels TaUb ſenkrecht ſtehet, und durch AUB ſey eine Ebene gelegt, ſo wird dieſe Ebene die Sonne in ADBC ſchneiden, und die Erde in adbc, welche Schnitte durch die Mittelpuncte der Erde und Sonne S, T, gehen. Man ziehe auch Ab und aB kreuzweiſe in der Ebene AUB, ſo daß ſie ſowohl die Erde als die Sonne berühren, nämlich aB berühre die Sonne an der einen Seite der Axe SU und die Erde in a an der andern Seite ſolcher Axe; und eben ſo berühre Ab die Sonne in A und die Erde in b, ſo müſſen Ba und Ab einander in einem Puncte der Axe SU in E ſchneiden; und wenn man alle dieſe Linien bis FG verlängert und die ganze Figur um SU drehet, ſo erhält man einen Kegel deſſen Spitze in E lieget, und dieſer Kegel heiſſet bey den Aſtronomen der Halbſchattenkegel. Ferner ziehe man durch ein Punct L der Axe SU eine Linie FLG in der Ebene SUA, welche die Oberfläche des Halbſchattenkegels in F und G, aber die Oberfläche des Schattenkegels in K und M trift. Aus einem Puncte H der Linie FG ziehe man Hh ſo, daß ſie die Erde bey a berühre, und den Durchmeſſer der Sonne in h ſchneide, ſo wird ein Beobachter in H von dem Durchmeſſer der Sonne nicht mehr als den Theil Ah ſehen, und daher wird die Sonnenfinſterniß für ihn partial ſeyn. Wenn aber ein Beobachter in F ſtehet, ſo iſt ihm der ganze Sonnendurchmeſſer ſichtbar, das iſt, die Sonne iſt ihm gar nicht verfinſtert. Von H gegen K zu ſiehet man kleinere Theile des Durchmeſſers der Sonne, als von H gegen F hin, und in K ſiehet man nichts von dem Sonnendurchmeſſer, ſondern daſelbſt iſt die Sonnenfinſterniß Total. So iſt ſie auch durch die ganze Linie KM. Aber in MG iſt die Finſterniß wieder partial, und je weiter der Beobachter von M nach G hin ſtehet,

het, deſto gröſſere Theile entdeckt er von dem Sonnendurchmeſſer AB, und in G ſiehet er ihn ganz wieder, oder die Sonne iſt daſelbſt gar nicht verfinſtert. Die Aſtronomen rechnen auf den ganzen Sonnendurchmeſſer 12 Zoll, auf jeden Zoll 60 Minuten und auf jede Minute 60 Secunden; ſie gebrauchen auch wohl an der Stelle von Minuten und Secunden die Decimaltheile des Zolls; aber dieſe Art Meſſung wird blos gebraucht die Gröſſe der Finſterniß zu beſchreiben. Bey Beſtimmung der Mondfinſterniſſe theilen ſie auch den Mondhalbmeſſer in 12 Zoll u. ſ. w. Wenn man FG parallel mit AB nimmt, ſo iſt FK:FH = AB:Bh, woraus erhellet, daß man die Gröſſe des verfinſterten Theils des Sonnendurchmeſſers ausrechnen kann, wenn das Verhältniß zwiſchen FK und FH bekannt iſt.

Auf dieſe Art wird die Lehre von den Finſterniſſen am beſten erkläret. Man verſtehet daraus, wie die Sonne dem Monde mehr und mehr entzogen wird, je weiter ſein Gang ihn in den Erdſchattenkegel führet. Auf gleiche Art, wenn T den Mond bedeutet, und ein Ort auf der Erde iſt gegen den Mondſchattenkegel ſo belegen, wie der gedachte Beobachter in FG, ſo wird ſich die Sonnenfinſterniß auf einerley Art zeigen. Aber es geſchiehet zuweilen, daß der Mondſchatten nicht zur Erde hinab reichet, dann müſſen wir uns unter U eine Linie fg vorſtellen, welche von BF, hH, AK, SU u. ſ. f. in f, η, k, l u. ſ. f. geſchnitten wird. Wir finden da, daß in η der Theil des Sonnendurchmeſſers hB unſichtbar iſt, und daß übrigens die Erſcheinungen ſo, wie in FG, erfolgen, ausgenommen in der Linie mk, welche der Linie KM entſpricht. Nämlich bey l ſtehet der Beobachter auſſer dem Mondſchatten, ſo wie auſſer und in den Puncten K und M, daher muß er einen kleinen Theil des Sonnendurchmeſſers, ſo wohl bey A als B ſehen, und auf ſelbige Art einen jeden andern Sonnendurchmeſſer; folglich wird er einen hellen Ring um den Mondcörper gewahr werden, und die Sonnen-

nenfinſterniß wird annulär oder ringförmig. Dies iſt eine ſeltene Erſcheinung, denn ſie hänget von dem Abſtande des Mondes von der Erde bey der Finſterniß ab, welcher nicht oft ſo groß iſt, als hiezu gehöret. Unterdeſſen ſind in dieſem Jahrhundert verſchiedene ringförmige Sonnenfinſterniſſe beobachtet worden, wovon ich nur die von 1764 den 1 April anführen will, welche für einen Theil von Norwegen, Weſterbothnien und Lappland annulär geweſen.

Hiebey kann ich nicht unterlaſſen anzuführen, daß ein ſolcher Sonnenring immer gröſſer und gröſſer, das iſt, mehr und mehr Zoll breit von dem Sonnenrande erſcheinen müſſe, je weiter die Linie fg oder der darauf befindliche Beobachter von der Spitze des Schattenkegels U entfernet iſt. Daher geſchiehet es, daß die Planeten Venus und Merkur, wie ſchwarze Flecken in der Sonne geſehen werden, weil ſich ihre Schattenkegel nicht ſo weit nach der Erde hinab erſtrecken, ſondern ſich in einem groſſen Abſtande von ihr ſchlieſſen. Dieſe merkwürdige Erſcheinung iſt von den Aſtronomen bey dem Mercur verſchiedene mahl beobachtet worden, aber nur dreymahl bey der Venus und zulezt 1761 den 6 Jun. und 1769 den 3 Jun. Sie eräuget ſich auch öfter mit Mercur, als Venus, welche dieſelbe der Erde nun nicht ehe als 1874 ſehen laſſen wird.

Man kann die Länge des Schattenkegels finden, wenn man betrachtet, daß der Winkel ATS dem ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne in T gleich iſt, und TAa gleich dem ſcheinbaren Halbmeſſer der Erde in A; denn der Winkel TUA iſt = STA − TAa, aber ſin TUA : rad. = Ta : TU. Wenn alſo die Winkel STA, TAa und der Halbmeſſer der Erde gegeben ſind, ſo findet man die Länge des Erdſchattenkegels. Wenn T den Mond bedeutet, ſo findet man auf ſelbige Art die Länge des Mondſchattenkegels. Betreffend den Winkel aEb = 2aET, ſo iſt zu bemerken, daß aEb = EaA + EAa iſt, das iſt, der

 Win-

Winkel der Spitze des Halbſchattenkegels iſt gleich der Summe des ſcheinbaren Durchmeſſers der Sonne in a, und des ſcheinbaren Durchmeſſers der Erde oder des Mondes in A, woraus denn auf gleiche Art ET gefunden wird. Die Winkel STA und TAa ſelbſt müſſen aus Beobachtungen hergeleitet werden, und da der Abſtand der Sonne ſehr groß iſt, ſo findet man keinen Unterſcheid, man mag ihn im Mittelpuncte der Erde T oder auf der Erdoberfläche bey a beobachten. Aber der Winkel TAa muß von andern Winkeln hergeleitet werden und ſeine Beſtimmung gehöret zur Känntniß der Sonnenparallaxe.

Aus dem vorhergehenden erhellet, wie der Mond die Erde verfinſtert oder dem Beobachter die Sonne bedecket, wenn er in ſeinem Wege zwiſchen der Erde und Sonne gehet, imgleichen wie die Erde den Mond verfinſtert. Da aber der Mond vielmahl kleiner iſt als die Erde, und ſein Abſtand von der Erde nicht kleiner, als daß ſein coniſcher Schatten die Erde nicht weit von der Spitze des Schattenkegels erreichet, ſo kann der Mond nicht mehr als einen kleinen Theil der Erde verfinſtern; ſo ſtellet MK den Durchmeſſer des runden Flecken auf der Erdoberfläche, vor welcher verfinſtert iſt, oder wo man eine Totale Bedeckung der Sonne und ſogenannte Finſterniß ſiehet. Gleichergeſtalt ſtellet FG den Durchmeſſer von der Gegend der Erde vor, wo die Sonnenfinſterniß partial iſt, aber von ungleicher Gröſſe. Es iſt alſo deutlich, daß man an ungleichen Orten auf der Erde ungleich groſſe Sonnenfinſterniſſe zu gleicher Zeit ſehen könne. Wenn nämlich der Mond zwiſchen der Erde und Sonne fortgehet, ſo rücket auch der Mond Schatten- und Halbſchattenkegel über die Erdoberfläche weg, und auf der Strecke, wo beyde übergehen, ſiehet man die Sonnenfinſterniß. Sie fänget an jedem Orte an, wenn der Halbſchatten den Ort berühret, und nimmt zu, je mehr ſich der volle Schatten nähert, welches bey dem kleinſten Abſtand des Mondes von der Erde und dem größten von der

Sonne

Sonne eine Breite von 23,6 ſchwediſche Meilen einnimmt. Auf dem Wege des vollen Schatten iſt die Finſterniß total, aber an beyden Seiten deſſelben ſiehet man ſie in eben der Ordnung partial, und deſto kleiner, je weiter man von dem Mondſchatten Wege auf der Erdoberfläche entfernet iſt. Alles dies kann auch auf dem Mond und den Beobachter in demſelben angewandt werden, nur mit dem Unterſchide, daß der Durchmeſſer des Erdſchattens in der Entfernung des Mondes ungefähr dreymahl gröſſer iſt, als der Monddurchmeſſer, ſo daß der ganze Mond auf einmahl total verfinſtert werden kann. Aber wir haben nicht nöthig Erſcheinungen zu betrachten, die für die Mondeinwohner gehören, ſondern nur in ſo weit ſie für uns bemerkbar und ſichtbar ſind, welches hienächſt gleich berichtiget werden wird.

Bey den Sonnenfinſterniſſen iſt nun noch übrig, die mannigfaltigen Veränderungen zu betrachten, die ſie an einem gegebenen Orte haben können.

1) Der Mond läuft um die Erde, und die Erde gehet um die Sonne; aber bey jeder Sonnenfinſterniß gehet der Mond zwiſchen der Erde und Sonne, daher kommt es auf die Geſchwindigkeit an, mit welcher Mond und Sonne ihre Winkel um die Erde zu beſchreiben ſcheinen, wenn man die Dauer einer Sonnenfinſterniß wiſſen will. Aber dieſe Geſchwindigkeit iſt in ungleichen Puncten der Mondbahn ſowohl als der Erdbahn ungleich, wie aus dem vorhergehenden bekannt iſt, deswegen iſt auch die Dauer der Finſterniſſe ungleich.

2) Die Erdaxe neiget ſich gegen die Ebene der Eccliptik, worin die Sonne ſich zu bewegen ſcheinet, nach einer gewiſſen Seite, daher kommt es, daß der erleuchtete Theil der Erde, die ſogenannte Erdſcheibe nicht allezeit, ſondern nur an einerley Tagen des Jahrs oder der Umlaufszeit der Erde, einerley iſt. Wenn alſo gleich der Weg des Mondſchattens in Anſehung der Ebene der Eccliptik und der Abſtandslinie der Erde von der Sonne einerley

nerley Lage haben ſollte, ſo kann es doch ſeyn, daß der Mondſchatten nicht über einerley Parallele der Erdkugel, und noch weniger über einerley Oerter auf der Erde gehet, wenn die Finſterniſſe an ungleichen Tagen im Jahr einfallen.

3) Da die Erde ſich um ihre Axe drehet, ſo verändert ſich die Erdſcheibe alle Augenblicke, daher können ſich Sonnenfinſterniſſe eräugen, die in Anſehung der Erdſcheibe ſelbſt gleich, aber doch an einem gewiſſen Orte wegen deſſen verſchiedenen Lage auf der Erdſcheibe ungleich ſind. Und wenn derſelbe Ort bey einer ſolchen Finſterniß unter der Erdſcheibe liegt, ſo muß die Sonnenfinſterniß daſelbſt unſichtbar ſeyn.

4) Die Ebene der Mondbahn neiget ſich gegen die Ebene der Ecliptik, und der Mond iſt nur bey ſeinen Knoten in dieſer Ebene. Wenn alſo der Neumond zu der Zeit einfällt, wenn der Mond in einem ſeiner Knoten iſt, ſo wird die Moudbahn die Linie ST, welche die Mittelpuncte der Sonne und der Erde verbindet, ſchneiden, und es wird mitten auf der Erdſcheibe die Sonnenfinſterniß central ſeyn. Aber der Weg des Mondſchatten iſt für beyde Knoten nicht einerley; denn in dem aufſteigenden Knoten gehet der Mond von der Ebene der Ecliptik nach Norden, und in dem niederſteigenden nach Süden, daher muß der Weg des Mondſchatten auf der Erdſcheibe gegen den Durchſchnitt der Ecliptik und Erdoberfläche eine ungleiche Lage haben, das iſt, dieſer Weg muß an beyden Knoten ungleich ſeyn.

5) Wenn der Neumond auf einer oder andern Seite von beyden Knoten eintritt, ſo wird ſich der Weg des Mondſchatten auf der Erdſcheibe ſowohl wegen des Unterſcheides der Knoten als auch nach ſeinem Abſtande von demſelben verändern. Ja, wenn der Mond etwa 17° von einem ſeiner Knoten entfernet iſt, ſo können die Mondſchatten die Erde nicht weiter treffen, und man ſiehet auf der Erdoberfläche keine Sonnenfinſterniß. Man kann ſich leicht unzähliche Veränderungen, die für jeden Ort aus allen

dieſen

dieſen Umſtänden entſtehen, vorſtellen, und man darf ſich nicht darüber wundern, daß zwiſchen zwo Finſterniſſen, die für einen gewiſſen Ort vollkommen gleich ſeyn ſollen, viele tauſend Jahrhunderte verlaufen müſſen.

Es ſey (Fig. 49.) Ll℧ ein Theil der Mondbahn bey dem Neumonde, durch Ll℧ ziehe man eine Ebene ſenkrecht auf die Eccliptik, welche dieſelbe in ℧C ſchneidet, die Abſtandslinie der Erde ſchneide dieſe Ebene in T, wenn der Mond in L iſt, aber in t, wenn er nach l kommt, ſo muß tl die Lage des Mondes über die Ebene der Eccliptik für die Zeit in l anzeigen; man ziehe lλ parallel mit Tt und der Bewegung der Erde grade entgegen, mache lλ = Tt und ziehe Lλ, ſo iſt Lλ die ſcheinbare Bahn des Mondes, oder der Weg, den der Mond beſchreiben wird, wenn der Beobachter, die Bewegung der Erde auſſer Acht läſſet, und welcher von der wahren Bahn des Mondes unterſchieden iſt. Denn wenn man die Abſtandslinie der Erde tl mit ihr ſelbſt parallel nach T zurückſchiebet, ſo muß der Mond in einer Linie erſcheinen, die mit tl parallel iſt, das iſt, der Mond muß in λ erſcheinen, wenn die Lage des Mondes mit der in t gleich ſeyn ſoll; alſo muß die Linie Lλ der ſcheinbare Weg des Mondes ſeyn. Man ſiehet hieraus, wie ein Beobachter im Mittelpuncte der Erde, welcher nichts von der Bewegung der Erde wüſte, über den Gang des Mondes urtheilen würde; und dieſe Betrachtung iſt nöthig, wenn man für einen Ort auf der Erdoberfläche die Umſtände der Finſterniſſe ausrechnen will.

Bey den Mondfinſterniſſen iſt es eben ſo angelegen, den ſcheinbaren Weg des Mondes zu betrachten. Es ſey alſo bey dem Vollmonde Ll℧ ein Theil der Mondbahn nahe am Knoten, (Fig. 50) und die dadurch gelegte ſenkrechte Ebene ſchneide die Bahn der Ecclipttik in E℧C; die Axe des Erdſchattens, welche allezeit in der Ebene der Ecclipttik liegt, erreiche die ſenkrechte Ebene in T, wenn der Mond in L iſt, und in t, wenn der Mond

in l iſt. Man ziehe lλ mit Tt parallel und der Bewegung der Erde entgegen, mache lλ = Tt und ziehe Lλ, ſo wird der Mond die Linie Lλ zu beſchreiben ſcheinen, oder Lλ iſt der ſcheinbare Weg des Mondes, und von ſeinem wahren Wege Ll unterſchieden. Dies beweiſet man auf eben die Art, wie im vorigen Falle, indem man ſich einbildet, daß die Erde nach T zurückgehet, und dann ſuchet, was der Mond dann für eine Lage haben müſſe, damit er eben das Anſehen gewinne, welches er würklich in t hat.

Wenn nun (Fig. 51. 52. 53. 54) ABCD einen Durchſchnitt des Erdſchattenkegels in dem Abſtande des Mondes vorſtellet, und Lυ des Mondes ſcheinbaren Weg, ſo würde die Mondfinſterniß durch die Lage von Lυ ungleich werden.

1) Wenn Lυ (Fig. 51) durch T gehet, ſo wird die Finſterniß central; wenn der weſtliche Rand des Mondes den öſtlichen Rand des Durchſchnitts des Erdſchattens in A berühret, ſo nimmt die Finſterniß ihren Anfang; wenn AL der Halbmeſſer des Mondes iſt, und man nimmt AE = AL, ſo wird die Mondfinſterniß total, ſo bald der Mittelpunct des Mondes nach E kommt. Der Mittelpunct des Mondes gehet dann durch T, den Mittelpunct des Durchſchnitts des Erdſchattens; wenn Te = TE wird, ſo fängt der Mond an, aus dem Schatten zu treten, wenn ſein Mittelpunct in e kommt, und das Ende der totalen Finſterniß iſt; Endlich wenn Tl = TL iſt, ſo wird die öſtliche Seite des Durchſchnitts des Schattenkegels tangiren, wenn der Mittelpunct des Mondes in l anlanget, und dann iſt die Finſterniß gänzlich zu Ende.

2) Wenn Lυ (Fig. 52. 53) den Durchſchnitt des Schattenkegels ſchneidet, aber nicht durch deſſen Mittelpunct gehet, ſo ziehe man CO ſenkrecht auf Lυ, und mit TL, welche der Summe der Halbmeſſer des Durchſchnitts des Erdſchattens und des Mondes gleich iſt, beſchreibe man eine Kreislinie, welche Lυ in

L

Digitized by Google

L und in l ſchneidet, ſo iſt klar, daß die Finſterniß anfänget, wenn des Mondes Mittelpunct in L iſt, daß ſie am gröſten iſt, wenn er in O kommt, und daß ſie geendigt iſt, ſo bald er in l anlanget. Wenn bey O der Abſtand TO als der Unterſcheid zwiſchen TA und AL (Fig. 52), oder wenn TO bis an die Peripherie des Mondſchattens verlängert worden, wenn OC dem Halbmeſſer des Mondes gleich iſt oder gröſſer als derſelbe, ſo iſt die Mondfinſterniß total. Man beſchreibe nun mit einem Halbmeſſer, der dieſem Unterſcheide gleich iſt, eine Kreislinie, welche Lꝟ in E und e ſchneidet, ſo wird die Mondfinſterniß total ſeyn, in der Zeit da der Mond von E nach e gehet; wenn aber TO > TA – AL iſt, (Fig. 53) ſo wird die Finſterniß partial, doch iſt der Mond allezeit über die Hälfte verfinſtert, oder die Moudfinſterniß iſt gröſſer als 6 Zoll.

3) Wenn Lꝟ den Durchſchnitt des Erdſchattenkegels nicht trift, (Fig. 54. 55) und TO iſt ſenkrecht auf Lꝟ und kleiner als die Summe vorerwähnter Halbmeſſer, (Fig. 54) ſo zeichne man mit der Summe der Halbmeſſer einen Kreis, der Lꝟ in L und l ſchneidet, und die Monfinſterniß nimmt ihren Anfang, wem des Mondes Mittelpunct in L iſt; ſie iſt am größten wenn er in O iſt; und wenn er in l anlanget, wird ſie geendiget. Die Finſterniß iſt partial und kleiner als 6 Zoll. Wenn aber OT gröſſer iſt, als die Summe der Halbmeſſer des Mondes und des Durchſchnitts des Erdſchatten, (Fig. 55) ſo kann ſich keine Finſterniß im Monde eräugen. Hieraus erhellet, daß der Mond in ſeinem vollen Lichte nicht weit von ſeinen Knoten entfernet ſeyn müſſe, wenn eine Finſterniß vorgehen ſoll.

Wenn der Mond in totalen Finſterniſſen ſich in den Erdſchatten ſenket, und mehr oder wenigere Stunden ganz verdunkelt bleibet, (Fig. 51. 52) ſo nimmt man den Halbmeſſer des Mondes für 6 Zoll an, nachher miſſet man, wieviel ſolcher Zolle in CO enthalten ſind, dieſe Zahl ſetzet man zu 6 hinzu, und die

Summe wird für die Gröſſe der Mondfinſterniß angenommen, um dadurch zu bemerken, wie viel die Finſterniß eine ſolche übertreffe, die bloß total iſt. Dieſes Maaß iſt bey ungleichem Abſtande des Mondes ungleich, denn der ſcheinbare Durchmeſſer des Mondes iſt da ungleich, und eben ſo bey der Sonne. Aber die Sternkundige richten ſich hierin nach dem allgemeinen Begriff von der Gröſſe der Finſterniſſe, und deswegen gebrauchen ſie dieſe Art Meſſung bey tiefern Einſinkungen des Mondes in dem Erdſchatten. Man könnte ein mehr geometriſches Maaß haben, wenn man dazu Theile der Erdaxe gebrauchen wollte, ſo daß man die Einſinkungen des Mondes in den Erdſchatten, das iſt, den Abſtand zwiſchen dem Mittelpuncte des Mondes und der Oberfläche des Erdſchatten in Decimaltheilen der Erdaxe beſtimmte. Bey Sonnenfinſterniſſen iſt eben das Maaß brauchbar, wenn man auf die Oberfläche des Erdhalbſchattenkegels nach der Sonne hin Acht hat, in welchen Halbſchattenkegel ſich dann der Mond ſenket.

Es finden ſich bey den Finſterniſſen noch mehr merkwürdige Umſtände, die hier erzählet werden müſſen. Bey Sonnenfinſterniſſen iſt es ſchwer den Anfang genau zu beobachten; denn bey der Annäherung des Mondes ſiehet man die allererſte Berührung der Sonne nicht wie einen Punct, ſondern mit einer merklichen Breite auf dem Sonnenrande, vermuthlich wegen der Atmoſphäre, welche den Mond umgiebt, und welche zu der Zeit die Sonnenſtrahlen über den Rand des Mondes beuget. Je beſſer das Sehrohr iſt, welches man hiezu gebraucht, deſto genauer kann dieſer Anfang beobachtet werden, aber deſto ſchwerer wird es auch, das Auge auf den rechten Punct des Sonnenrandes zu halten, und wie bey den gewöhnlichen Refractions-Tuben nöthig iſt, dieſen Punct mitten in dem Sehefelde zu halten. Man hat bey den Sonnenfinſterniſſen zu finden geglaubt, daß der Monddurchmeſſer in der Sonnenſcheibe kleiner als auſſer demſelben bey einerley Abſtande ſchiene, aber bey der Sonnenfinſterniß von 1764

den 1 Apr. hat man gefunden, daß er völlig ſo groß beobachtet worden, als die Rechnung ihn gab. Bey einer ringförmigen Finſterniß tritt der Mond ganz in die Sonnenſcheibe, und in einem Augenblick ſchlieſſet ſich ein heller Ring hinter den Mond zuſammen; innerhalb wenig Minuten bricht der Mond vor ſich her mit eben ſolcher Geſchwindigkeit den Sonnenrand auf, und giebt dem Beobachter eine der ſchönſten Erſcheinungen. Wenn die Sonnenfinſterniß total iſt, ſo wird es während einiger Minuten ganz dunkel und die Fixſterne werden ſichtbar. Wenn der Mond vor der Sonnenſcheibe geſehen wird, ſo kann man ſeinen Rand mit einem guten Sehrohr unterſuchen, und man wird, welches merkwürdig iſt, finden, daß ſich hin und wieder darauf einige kleine Höcker, als Berge auf der Mondoberfläche zeigen. Das Ende einer Sonnenfinſterniß iſt leichter als der Anfang zu beobachten und zugleich die Erſcheinungen zu unterſuchen, welche der Luftkreis des Mondes dabey hervorbringen kann; aber gute Augen, vollkommene Aufmerkſamkeit ſind nebſt einem guten Sehrohr, in welchen das Focalbild auf das deutlichſte abgepaßt iſt, höchſt angelegene Dinge.

Bey den Mondfinſterniſſen kann man die Zeiten ihres rechten Anfangs und Endes noch weniger beobachten; denn man müßte die Gränze des Erdſchattens in einem ſo groſſen Abſtande als derjenige des Mondes iſt, genau beſtimmen, und wir finden, daß die Ränder aller Schatten vom Sonnenlichte auf der Erde eine Miſchung von Licht und Dunkelheit haben, ſo daß ihre Gränzen auf einer Ebene mit einer gewiſſen und ſicheren Linie nicht genau gezeichnet werden können. Auſſerdem begiebt es ſich bey dem Monde, daß wenn er in den Halbſchatten der Erde tritt, ihm die Sonne immer mehr und mehr entzogen wird, daher ein erleuchteter Flecken allgemach dunkel wird, ehe er ganz unſichtbar wird. Es beruhet alſo auf die Kraft der Augen durch gute Inſtrumente unterſtüßet den Zeitpunct wohl zu beurtheilen, wenn

ein Beobachter auf dem Mondrande die Sonne aus dem Geſichte verliehret, welches der rechte Anfang der Mondfinſterniß iſt, und eben ſo den Zeitpunct zu beurtheilen, da ſich die Mondfinſterniß endiget, oder der lezte Mondrand von der Sonne erleuchtet zu werden anfänget. Die Würkung des Erdhalbſchattens iſt bey den Finſterniſſen auf dem erleuchteten Theil des Mondes ſehr ſichtbar, denn man findet, daß nahe an dem Schatten auf den Mondcörper ein ſchwächeres oder matteres Licht iſt, und daß der Schein nach auſſen zu mehr und mehr zunimmt, alſo muß auch von verſchiedenen Beobachtern die Gränze des Erdſchatten ſelbſt nicht auf einerley Art beſtimmt werden können, welches auch die Erfahrung öfters bezeuget. Wenn aber auch hiebey keine Ungewisheit vorkäme, ſo giebt es für die unſichere Gränze und die unebene unbeſtimmte Geſtalt des Erdſchattens auf dem Monde noch wichtige Urſachen. Wir wiſſen, daß die Erde mit einem Luftkreiſe umgeben iſt, und daß derſelbe nicht allein die Sonnenſtrahlen bricht, ſondern auch einen Theil von ihnen auffänget, zerſtreuet und zurückwirft. Dies geſchiehet mit einer deſto gröſſern Menge derſelben, je dichter der Luftkreis iſt. Dadurch entſtehet alſo von der Atmoſphäre eine Art Schatten, der den Erdſchatten umgiebt, und deſto dunkler wird, je näher er der Oberfläche des Erdſchatten ſelbſt liegt. Daß ein ſolcher Schatten würklich ſtat finde, beweiſen die Berechnungen der Mondfinſterniſſe, denn ihre Dauer wird gröſſer beobachtet, als es der eigentliche Erdſchatten mit ſich bringet, und daher muß die Zunahme der Gröſſe des Schattens von der Atmoſphäre herrühren. Es kann daher nicht anders erfolgen, als der Schatten der Atmoſphäre muß eine weniger ſcharfe Gränze zu haben ſcheinen, ſo wohl wegen Abnahme der Dichtigkeit der Luft, als auch wegen der Brechung der Sonnenſtrahlen, die ſich nach der Dichtigkeit der Luft richtet.

Die Kraft der Strahlenbrechung in der Atmoſphäre erzeuget bey den Mondfinſterniſſen noch eine andere Erſcheinung. Es

ſey

ſey nämlich (Fig. 56) der Durchſchnitt durch den Mittelpunct der Erde HTh und die äuſſerſten Sonnenſtrahlen tangiren die Atmoſphäre in H und h und gehen nach U, ſo daß HUh den Erdſchattenkegel vorſtelle und TU deſſen Axe; wenn man nun die Halbmeſſer TH und Th ziehet, welche die Erdoberfläche in A und a ſchneiden, und die Linien Au, und au mit HU und hu parallel ziehet, ſo wird Aua den Schatten der Erdkugel vorſtellen, wenn die Strahlenbrechung nicht ſtat findet, und das übrige wäre der Schatten der Atmoſphäre; nun ſetze man, daß die Sonnenſtrahlen, welche die Erde bey A und a berühren, gebrochen werden, und dann nach BCD, bCd fortgehen, ſo iſt BCb der würkliche Erdſchatten, welcher ganz dunkel iſt; aber der Raum zwiſchen den Strahlen BD und HU iſt von den Sonnenſtrahlen erleuchtet, die in der Atmoſphäre gebrochen und zerſtreuet werden; eben ſo iſt es auf der andern Seite zwiſchen hU und bd. Der Raum CDUd iſt doppelt durch den Weg der Sonnenſtrahlen, die ſich durchkreutzen erleuchtet. Wenn alſo der Mond in den Schatten der Atmoſphäre tritt, ſo behält er noch einen kleinen Schein, bis er in den Schatten BCb kommt, da wird er ganz unſichtbar werden, und dann wird er wieder ſichtbar werden, wenn er durch den Schatten BCb gekommen, ungeachtet die Finſterniß noch fortdauert. Wenn der Abſtand des Mondes gröſſer iſt als CT, ſo bleibet der Mond während der ganzen Finſterniß ſichtbar und hat ein kupferrothes Anſehen. Die Finſterniſſe, da der Mond ganz verſchwindet, ſind ſehr ſelten. Die Aſtronomen haben dergleichen in den Jahren 1601 im December, 1602 im Junius, 1642 im April und beſonders 1761 den 18 May, da der Mond eine ganze Stunde gänzlich unſichtbar war, aufgezeichnet. Der Mond iſt dann bey ſeiner Erdnähe oder nächſten Abſtande von der Erde, in andern Fällen, und wenn der Mond einen gröſſern Abſtand hat, gehet er oben über C weg.

Endlich

Endlich müſſen wir noch anmerken, daß der Mond, welcher der Erde unter den himmliſchen Cörpern am nächſten iſt, nicht ſelten zwiſchen der Erde Mittelpunct und andern Sternen, wenn ſie in der Ebene der Mondbahn erſcheinen, durchgehe. Dies wird **Bedeckung** genannt, indem der Mond deutlich vor den Planeten oder Firſternen überzugehen ſcheinet, und ſelbige dadurch bedecket. Es kann ſich ſolches mit allen fünf Planeten zutragen, die nie weit von der Ebene der Ecliptik entfernet ſind, imgleichen mit den Firſternen, die nahe daran liegen; denn da die Ebene der Mondbahn ſich drehet, ſo ſchneidet ſie durch alle Puncte in und neben der Ebene der Ecliptik. Wenn alſo im Mittelpuncte der Erde ein Beobachter bemerket, was der Mond vor einen Weg am Himmel durchläuft, ſo werden die Puncte der Mondbahn nach und nach über verſchiedene Firſterne zu gehen ſcheinen; und wenn der Mond zugleich in einem dieſer Puncte ſtehet, ſo erſcheinet er vor dem Stern und bedeckt denſelben. Würde die Mondbahn nicht grade über einen Stern, ſondern nur nahe an ihm weg gehen, ſo kann er doch vom Monde bedeckt werden, deſſen Scheibe im Durchmeſſer faſt einen halben Grad groß iſt; aber je näher die Mondbahn die himmliſche Sphäre an einen Stern ſchneidet, deſto länger wird die Bedeckung währen. Stehet der Beobachter auf der Erdoberfläche, ſo kann ſich für ihn auch ſolche Erſcheinung zutragen, aber die Veränderungen, welche davon in der Erſcheinung entſtehen können, ſollen in dem folgenden Capitel erwähnet werden.

Siebentes

Siebentes Capitel.

Von der Eintheilung der himmliſchen Sphäre und deren Merkwürdigkeiten.

§. 51.

Die Figur des Himmels iſt einem dunkeln kugelförmigen Gewölbe gleich, in deſſen Mittelpunct jeglicher Beobachter zu ſeyn glaubt. Es ſey in T (Fig. 57) die Erde und in A auf ihrer Oberfläche ein Beobachter, in dieſem Puncte A berühre eine Ebene HAOR die Kugel, und es ſey dieſe Ebene bis an die himmliſche Sphäre fortgeführet, ſo wird ſich der Beobachter in A vorſtellen, daß ſolche Ebene durch den Mittelpunct der himmliſchen Sphäre oder des Sterngewölbes gehe, und daß A dieſer Mittelpunct ſey. Aber wenn eine Ebene durch den Mittelpunct einer Kugel gehet, und ihre Oberfläche ſchneidet, ſo wird die Kugel dadurch in zween gleiche Theile oder zwo Halbkugeln abgetheilet (§. 10), daher geſchiehet es, daß ein Beobachter in A, der aufgerichtet ſtehet und ſeine Füſſe gegen die Erde hinabgerichtet hat, den einen Theil HZO die obere Halbkugel und den andern HNO die untere Halbkugel nennet.

Der Durchſchnitt der Ebene mit der himmliſchen Sphäre iſt ein Circul, welcher der **Horizont** oder **Geſichtskreis** genannt wird. Wenn man nämlich annimmt, das Auge des Beobachters ſey in der Erdoberfläche, ſo kann er keine Sterne ſehen, die mit der Erde an einerley Seite der Ebene HOR liegen, ſondern ſie werden zuerſt bemerket, wenn ſie in die Ebene des Horizonts HOR kommen; hieraus findet man, daß die obere Halbkugel für jeden Beobachter auf der Erde ſichtbar ſey, und die untere unſichtbar.

Wenn mit der Ebene HOR oder der Ebene des Horizonts eine andere hTor parallel durch den Mittelpunct der Erde geführet wird und die himmliſche Sphäre ſchneidet, ſo heiſſet dieſer Durchſchnitt auch der Horizont; aber der Circul in der Ebene HOR heiſſet der ſcheinbare Horizont und der Circul, deſſen Ebene durch T gehet, der wahre Horizont. Dieſe beyden Horizonte ſind am Himmel als ein und eben derſelbe anzuſehen. Denn wenn man aus A eine Sphäre HZON zeichnet, ſo wird die Ebene hor einen Gürtel oder Zone HOoh abſchneiden, deren Breite in Graden dem Winkel OAo gleich iſt. Wenn nun AR der Halbmeſſer einer gröſſern concentriſchen Sphäre iſt, ſo wird die Breite ſolcher Zone in Graden dem Winkel RAr gleich, aber RAr iſt kleiner als OAo, daher wird auch die Gradzahl der Breite der ſphäriſchen Zone, die zwiſchen HOR und hor lieget, kleiner, wenn die Halbmeſſer concentriſcher Sphären wachſen, die A zum Mittelpuncte haben. Die Erfahrung lehret, daß dieſer Winkel ungefähr einen Grad betrage, wenn der Halbmeſſer der himmliſchen Sphäre ſo groß als der Abſtand des Mondes wäre; daß wenn der Halbmeſſer der himmliſchen Sphäre ſo groß als der Abſtand der Sonne wäre, dieſer Winkel $8''\frac{1}{2}$ nicht überſteigen könne; wenn aber ſolcher Halbmeſſer dem Abſtande Saturns von der Sonne gliche, dieſer Winkel nicht eine ganze Secunde ausmache.

Es iſt alſo klar, daß man unter den Ebenen dieſer Horizonte keinen Unterſcheid zu machen gebrauchte, wenn die Erde ſtille ſtünde, ſondern man könnte beyde ſo anſehen, daß ſie die himmliſche Sphäre in zween gleiche Theile ſchnitte, wegen des unmerklichen Unterſcheides, den die kleine Zone zwiſchen den Kugelabſchnitten hZo, hNo und den Halbkugeln HZO, HNO verurſachet. Ob nun gleich die Erde in einem groſſen Abſtande um die Sonne läuft, und ſich jeder Horizont fortrücket, ſo entſtehet doch kein Unterſcheid oder keine Veränderung in Anſehung des ſchein-

ſcheinbaren Horizonts in den verſchiedenen Puncten der Erdbahn, wie die genaueſten Beobachtungen einhellig bezeugen und unten erkläret werden wird. Um dies zu begreifen, darf man ſich nur den Halbmeſſer der himmliſchen Sphäre ſo ungeheuer groß vorſtellen, daß der Durchmeſſer der Erdbahn dagegen ſo klein werde, wie wir eben den Unterſcheid zwiſchen den ſcheinbaren und wahren Horizont gegen den Halbmeſſer angeführet haben, der dem Abſtande Saturns von der Sonne gleich iſt, das iſt, wir müſſen den Halbmeſſer der himmliſchen Sphäre gröſſer als fünf tauſend Millionen Erddurchmeſſer annehmen. Bewunderuswehrt iſt es freylich, daß die himmliſche Sphäre würklich gröſſer iſt, und daß unſre Vorſtellungskraft ihre Gränzen nicht zu erreichen vermag. Hier können wir es alſo als einen Grundſatz annehmen, daß jeder Beobachter auf der Erde ſich ſo anſehen könne, als ſtünde er in dem Mittelpuncte der himmliſchen Sphäre, wo ſich auch die Erde in ihrer Bahn befinden, und noch mehr in welchem Puncte der Erdoberfläche er ſelbſt ſeyn mag.

§. 52.

Ehe wir die Merkwürdigkeiten der himmliſchen Sphäre genauer betrachten, müſſen wir erklären, was eigentlich unter dieſer Sphäre verſtanden wird. Die Aelteren behaupteten, daß der ganze Weltbau, das iſt, alles, was geſchaffen iſt, in einem ſphäriſchen Cörper oder Raum eingeſchloſſen ſey; aber die Sternkunde kann nicht verſtatten, einen ſolchen Cörper ohne Grund und Urſache anzunehmen, und das dunkelblaue Himmelsgewölbe iſt eine Erſcheinung (§. 2. n. b.) aber kein Cörper. Unſre Gedanken verliehren ſich, wenn wir uns den Raum unter einer gewiſſen Geſtalt und Figur vorſtellen wollen, welche alles geſchaffene in ſich ſchlieſſet, und wir finden keine Auswege, um das Werk der Allmacht irgend eine gewiſſe Figur zu beſchreiben oder eine gewiſſe Form dafür feſtzuſetzen. Man könnte eben ſo gut, eine cubiſche

Figur in Vorſchlag bringen, als eine ſphäriſche, aber beydes mit völliger Ungewißheit; denn man iſt darüber ganz unwiſſend, ob der unendliche Schöpfer die himmliſchen Cörper in einer ſolchen Ordnung habe aufſtellen wollen, daß ſie einen regulären geometriſchen Cörper ausmachen ſollte. Aber deſſen ungeachtet hat die Meynung das Bürgerrecht gewonnen, daß die himmliſchen Cörper in einem gleichen Abſtande von der Erde ſind, ſo daß der Sternhimmel nach dem allgemeinen Begriff als eine ſphäriſche Figur angeſehen wird. Dieſer Gedanke gründet ſich auf nichts anders, als den bloſſen Schein. Uns dünkt, daß alle himmliſche Cörper gleichweit von unſerm Auge entfernet ſind, und ſolches blos deswegen, weil unſer Geſicht keinen Unterſcheid in ihrem Abſtande zu erreichen vermag. Solchergeſtalt kommt es unſern Augen ſo vor, daß die Planeten mit ihrem Monden und die Cometen allezeit von uns gleichweit entfernet ſind, ob wir gleich wiſſen, daß ſie ſich um die Sonne bewegen und ungleiche Abſtände von der Erde erhalten; daß die Erde ſelbſt in einer weiten Bahn gehe, und ſich ihnen zuweilen nähert, zuweilen von ihnen entfernet; daß der Mond, welcher uns am nächſten iſt, an derſelben ſphäriſchen Oberfläche mit allen übrigen Himmelscörpern liege. Wenn wir blos durch die Kraft unſers Geſichts von dem Abſtande der Wolken urtheilen würden, ſo haben wir keinen andern Grund auf eine nähere Lage derſelben zu ſchlieſſen, als weil wir ſehen, daß ſie uns den Anblick der Himmelscörper entziehen, und uns dieſelben wieder ſichtbar werden laſſen, wenn ſie vor ihnen weg weichen. Gleichwohl haben wir aus der Erfahrung gelernet, daß ihr Abſtand zuweilen nur einige hundert oder tauſend Faden betrage, und daß ihre Höhe nicht an die Spitzen den höchſten Berge reiche. Dieſe Irrung des Geſichts iſt noch offenbahrer, wenn wir abgelegene Cörper auf der Erdoberfläche z. E. Thürme, hohe Häuſer, und Berge anſehen; dieſe ſcheinen auch an der Oberfläche des Sterngewölbes befeſtiget zu ſeyn, wenn wir

wir weiter hinter ihnen keine Gegenſtände ſehen, deren Gröſſe oder Erſtreckung wir zu meſſen gewohnt ſind oder die wir kennen. Mit einem Worte: So bald wir unſer Geſicht gebrauchen, von unbekannten Abſtänden zu urtheilen, ſo müſſen wir befüchten, daß es mangelhaft und unzureichend ſey. Wir müſſen alſo den Abſtand der Himmelscörper nicht für gleich halten, ob gleich der Anblick ſolches an Hand zu geben ſcheinet.

Von dem gröſten Theile der Himmelscörper ſcheinet ein jeder an einer und eben derſelben Stelle zu bleiben oder ſie behalten allezeit einerley Lage gegen einander; dieſe heiſſen daher **Fixſterne** und ſind von den übrigen unterſchieden, die ihren Ort an dem Sterngewölbe ändern und daher **Irrſterne** oder **Planeten** heiſſen, wohin auch die **Cometen** gehören, ob ſie gleich wegen ihrer Geſtalt einen andern Nahmen bekommen haben. Da uns nun bekannt iſt, daß jeder Planet und Comet zu verſchiedenen Zeiten ungleiche Abſtände von uns habe, und daß ſie auch alle ungleich weit von unſrer Erde entfernt ſind, ſo wird man es auch eben ſo wenig wahrſcheinlich finden, daß der Abſtand aller Fixſternen entweder von unſrer Erde oder von einem Puncte innerhalb der Bahn der Erde gleich abgemeſſen ſey. Es iſt ſehr ungewiß, ob es überall ein ſolches Punct giebt, nach welchem die Himmelscörper aufgeſtellt ſind, aber noch weit ungewiſſer iſt es, daß es eben innerhalb der Erdbahn liegen ſollte; denn woraus können wir einen ſolchen Vorzug des Planeten, den wir bewohnen, herleiten? oder wie kann man glauben, daß des Schöpfers Art zu handeln eben darauf gerathen ſey, die Himmelscörper ſo zu ſtellen? Wir müſſen weit ehe dafür halten, daß der Allmächtige ſich weit ausgeſtrecktere Abſichten vorgeſtellet habe, als die, welche beſonders auf dieſe Erdkugel abzielen, die man gegen die gröſſern Himmelscörper für geringe halten könnte, wenn ſie nicht ſo wohl als jene aus der Hand des Höchſten gekommen wäre. Selbſt die Unbeweglichkeit der Fixſterne ſcheinet zu der Bemerkung zu

führen, daß ihre Lage unſerm Sonnenſyſtem nicht vorzüglich angehe, und daß wir alſo keinesweges auf einen gemeinſchaftlichen gleichen Abſtand von unſerm Sonnenſyſtem ſchlieſſen können.

Die Firſterne leuchten mit ungleichem Lichte und ſcheinen gleichſam ungleich groß. Sie werden daher von den Aſtronomen nach ihrer Klarheit abgetheilet, und man nennet die, welche am hellſten ſcheinen, Sterne der erſten Gröſſe; die danächſt kommen und den bloſſen Augen kleiner ſcheinen, der zwoten Gröſſe; und ſo rechnet man nach den Graden des Glanzes und der Klarheit, Sterne der dritten, vierten, fünften und ſechſten Gröſſe, welche alle mit bloſſen Augen geſehen werden können, wenn die Luft zureichlich klar und rein iſt. Die übrigen Sterne, welche nicht ohne Sehrohr geſehen werden können und deren Schein noch geringer iſt, machen folgende Claſſen von der ſiebenten, achten und neunten Gröſſe u. ſ. w. ſo lange man noch Grade in ihrem Schein unterſcheiden kann. Dieſe Ungleichheit in dem Lichte oder Schein der Firſterne giebt Anleitung zu denken, daß die Firſterne näher oder weiter von uns ſind und daher mehr oder weniger glänzen; denn auf ſolche Art verhält es ſich mit den Planeten und Cometen, daß ihr Schein abnimmt, wenn ſie weiter weggehen und daß die, welche am nächſten ſind, den ſtärkſten Schein oder das ſtärkſte Licht haben.

Noch merkwürdiger iſt es, daß der Schein der Planeten und Cometen matter iſt, als das Licht der Firſterne, ſo daß dadurch die erſtern von den leztern leicht unterſchieden werden können, und daß die Firſterne in einem faſt unbegreiflichen Abſtande gleichwohl mit einem klarem Licht oder als ſelbſtleuchtende Cörper ſcheinen, ſo wie unſre Sonne. Sollte man daraus nicht ſchlieſſen müſſen, daß die Firſterne ebenfals Sonnen ſind und Planeten haben, die ſich um dieſelben bewegen, wie wir es in unſerm Sonnenſyſtem finden? In ſolchem Falle könnten diejenigen die nächſten ſeyn, welche von der erſten Gröſſe zu ſeyn ſcheinen und

die übrigen, ſo wie es der Schein mit ſich bringet, weiter weg. Nach dieſen Begriffen kläret ſich der Zweck bey dem ungeheuren Abſtande der Fixſterne auf. Damit nämlich die Planetenſyſteme dieſer Sonnen zureichlich Raum haben mögen, und die Planeten oder Cometen nicht aus einem Syſtem zum andern laufen können oder durch ihre Annäherung unter einander ihre Bahnen einander auf eine allzubedeutende Art ſtöhren. Daraus würde auch leichter begriffen werden, daß die Fixſterne, die man nun als Mittelpuncte von Planetenſyſtemen anſehen müſte, nicht in einem gewiſſen Abſtande um ein gewiſſes Punct herum geſtellt angenommen werden können; ſondern daß dieſe Syſteme ehe in einer Ordnung liegen müſſen, welche, ob ſie uns gleich unbekannt iſt, doch auf irgend einen höhern Zweck in der ganzen Sammlung aller Planeten- oder Weltſyſteme abzielet. Menſchen lenken alle Abſichten des Schöpfers auf die kleine Kugel, welche ſie bewohnen, aber ſie wiſſen weder noch kennen ſie den rechten Zuſammenhang der übrigen unter einander, und vergeſſen, wie wenig dieſelben die Erdkugel betreffen können. Wie können ſie es da abmachen, daß die Fixſterne alle gleich weit von der Erde entfernet ſind?

Diejenigen, welche den gemeinſchaftlichen gleichen Abſtand aller Fixſterne von der Erde oder unſerm Sonnenſyſtem behaupten, haben den Unterſcheid in der ſcheinbaren Gröſſe der Sterne durch ihre würkliche Ungleichheit erklären wollen, ſo daß ſie dafür gehalten, die gröſten Fixſterne leuchteten am meiſten, und ſo die übrigen nach ihrer Ordnung, wie es ihre ſcheinbare Gröſſe mit ſich bringet. Aber dies iſt gar zu unbegreiflich, da wir die Fixſterne ſo ungleich ausgeſtreuet ſehen, daß wir an einer Gegend nur einige wenige bemerken, da man ſie an andern eben ſo groſſen Stellen des Sterngewölbes bey hunderten zählet. Dieſer Umſtand ſcheinet wenigſtens zu zeigen, daß nicht die Erde der Mittelpunct des Sterngewölbes ſey. Auſſerdem können wir die Ungleich-

gleichheit in der Gröſſe der Fixſterne nicht annehmen, ohne zugleich dem Planetenſyſtem einer gröſſern Sonne einen gröſſern Raum zu laſſen, damit der Würkungskreis einer gröſſern Sonne die kleinern Planetenſyſteme nicht in Unnrdnung bringe.

Wir finden alſo, daß der Abſtand der Fixſterne ſich nicht mit dem Begriffe reime, den wir von einer ſphäriſchen Oberfläche haben; damit wir uns aber abbilden können, wie die Fixſterne vor unſern Augen ausſehen, ſo iſt es nöthig, daß wir uns eine ſphäriſche Oberfläche vorſtellen, deren Mittelpunct auf der Erde iſt, welche von den Abſtandslinien der Fixſterne durchſchnitten wird, und worauf dieſe Durchſchnittspuncte bemerket werden. Denn da wird die ſphäriſche Oberfläche eine gleiche Ordnung zwiſchen dieſen Puncten zeigen, als die glänzenden Puncte der Fixſterne an dem Sterngewölbe vorſtellen. Den Halbmeſſer dieſer ſphäriſchen Oberfläche kann man ſich ſo groß vorſtellen, als man will, z. E. ſo groß, als eines Fixſterns Abſtand von der Erde, und man braucht ſich nicht darum zu bekümmern, ob ein Theil Fixſterne innerhalb und ein Theil auſſerhalb ſolcher Oberfläche lieget, ſondern nur darum, daß jedes Punct ſo liege, daß die Abſtandslinie eines Fixſterns dadurch den Fixſtern treffe, wenn ſie gehörig verlängert wird. Man kann dieſe groſſe himmliſche Sphäre auf einer kleinen Kugel abbilden, deren Oberfläche mit jener ganz gleich gezeichnet iſt, und dieſer Glob heiſſet daher die **Himmelskugel** oder der **Himmelsglob.**

§. 53.

So bald man auf vorhergehende Weiſe ſich, wie die Fixſterne ausſehen, vorgeſtellet hat, iſt es leicht, ſolches auf einem Globen abzuzeichnen, ſo wie die Erdkugel abgebildet worden. §. 11. Man muß zu dem Ende den Globen eben ſo abtheilen, wie bey dem Erdgloben beſchrieben worden, und man kann dieſe Eintheilung nach gleichem Grunde einrichten, nach welchem die Erdabthei-

theilung gemacht iſt. Wenn alſo (Fig. 58) $a\Pi q\pi$ die Erde, deren Mittelpunct T iſt, und deren Axe $\Pi\pi$ verlängert iſt, bis ſie die himmliſche Sphäre oder Oberfläche des Himmelsgloben in Pp trifft, ſo ſind P, p die Pole der Himmelskugel; Pp ihre Axe; wenn der Erdpol Π der Nordpol iſt, ſo iſt auch P der Nordpol am Himmel und p der Südpol. Man verlängere die Ebene des Aequators der Erde aq bis ſie die Himmelskugel in AQ ſchneidet, welches dann einen Circul giebt, ſo heiſſet dieſer Circul der **Himmelsaequator**, APQ ſtellet die nordliche Halbkugel vor und ApQ die ſüdliche. Auf gleiche Art wenn die Ebene eines Mittagskreiſes der Erdkugel bis zur Himmelskugel fortgeſetzet wird, ſo entſtehet ein groſſer Kreis auf der Himmelskugel, deſſen Ebene ſenkrecht auf den Aequator ſtehet, und der überhaupt auch der **himmliſche Mittagskreis** genannt wird. Von dieſer Ebene wird das Sterngewölbe in die öſtliche und weſtliche Halbkugel getheilet.

Wenn $\rho\sigma$ einen Parallel auf der Erdkugel vorſtellet, und man ziehet $T\rho$ und $T\sigma$, und verlängert dieſelben nach R und S an dem Himmel, ſo iſt die durch R oder S mit dem Aequator parallelgehende Ebene ein **Parallel auf der Himmelskugel**, der dem Parallel auf der Erdkugel $\rho\sigma$ entſpricht, das iſt, der Parallel RS liegt eben ſo viele Grade vom himmliſchen Aequator, als der Parallel $\rho\sigma$ vom Erdaequator. Man kann mehr groſſe Circul auf der Himmelskugel auf den Aequator ſenkrecht ziehen, die den Erdmeridianen entſprechen, und eben ſo auch mehr Parallele am Himmel, die den Erdparallelen entſprechen, ſo daß der Himmelsglobe auf einerley Art und mit einerley Genauigkeit, wie der Erdglobe, abgetheilet wird. §. 11. Man kann auch den Himmelsaequator in Grade eintheilen und darnach die Lage der Meridiane nach einander abzählen, ſo bald auf dieſen Aequator ein gewiſſes Punct erwählet iſt, von welchem man die Gradzählung anfängt. Dieſes Punct kann in dem Durchſchnitt eines groſſen

Kreiſes genommen werden, der durch einen gewiſſen beliebigen Stern gehet, aber die Aſtronomen haben dazu ein mehr ausgezeichnetes Punct des Aequators gewählet, dasjenige nämlich, wo der ſcheinbare Weg der Sonne den Aequator den 21 März ſchneidet, wovon folgender §. ausführlich handeln wird.

Wenn wir uns nun durch jeden funfzehnten Grad des Aequators groſſe auf ihn ſenkrechte Kreiſe vorſtellen, ſo daß ihre ganze Anzahl 12 iſt, welche den Aequator in 24 gleiche Theile abtheilen; wenn wir uns nun zugleich erinnern, daß die Himmelsſphäre ſich in einem Sterntage einmahl ganz um die Erdaxe zu drehen ſcheinet, ſo iſt klar, daß die Ebenen dieſer Circul alle nach einander mit der Mittagsebene eines Orts zuſammenfallen werden, und der Zeitunterſcheid, in welchem ein Circul nach dem andern in ſolcher Ebene des Mittagskreiſes dieſes Orts eintrift, iſt eine Stunde. Von dieſer Merkwürdigkeit haben dieſe 12 Circul ihre Nahmen und heiſſen **Stundencircul**; aber wenn dieſe Circul in gröſſerer Anzahl gezogen werden, pflegen ſie **Declinations**- oder **Abweichungscircul** genannt zu werden. Wenn nämlich ein groſſer Circul ſenkrecht auf den Aequator gezogen wird und durch einen Stern gehet, ſo iſt der Bogen dieſes Circuls von dem Stern an bis zum Aequator die **Abweichung** oder **Declination** ſolchen Sterns; aber das Durchſchnittspunct des Declinationscirculs und Aequators heiſſet die **grade Aufſteigung** oder **grade Aſcenſion** des Sterns. Solchergeſtalt kann der Ort eines Sterns auf dem Globen durch die Abweichung und grade Aufſteigung eben ſo beſtimmt werden, wie die Lage der Oerter auf der Erdkugel vermittelſt ihrer gegebenen Länge und Breite. Hieraus folget, daß der Unterſcheid der Abweichung zweener Sterne, dem Unterſcheid der Breite zweener Oerter auf dem Erdgloben entſpreche, und daß der Unterſcheid der graden Aufſteigung der Sterne mit dem Unterſcheid der Länge der Oerter übereinkomme. Alle Abweichungscircul ſchneiden einander in den Polen und ihre

Ebe-

Ebenen gehen durch die Axe. Auf gleiche Art kann hier alles angewandt werden, was §. 11. von den Ebenen der Meridiane und des Aequators angeführet worden.

Auf den gröſſern künſtlichen Himmelskugeln ſind die Abweichungskreiſe durch jeden fünften Grad des Aequators gezogen. Derjenige von dieſen Kreiſen, welcher durch das Anfangspunct des Aequators gehet, iſt wieder in ſeine Grade abgetheilet, welche von dem Aequator an zu beiden Seiten nach den Polen gezählet werden, das iſt, von 0 bis 90 Grad Abweichung in jedem Quadranten. Durch jeden fünften Grad dieſes abgetheilten Abweichungskreiſes ſind die Parallele des Aequators gezeichnet. Mit einem Worte, die Abtheilung des Himmelsgloben iſt ganz gleich mit der, nach welcher der Erdglobe abgetheilet iſt, gemacht worden. Auf dem Himmelsgloben iſt auch ein meßingener Circul befeſtiget, der hier ſo wie bey der Erdkugel gebraucht werden kann. Um alſo die Sterne auf dem Himmelsgloben zu zeichnen, wird nur erfodert jeden Sterns Abweichung und grade Aufſteigung zu kennen, und daß das Punct, wo die Gradzählung anfängt an dem Himmelsgewölbe ſelbſt beſtimmt ſey.

Dieſe beſchriebene Eintheilung der himmliſchen Sphäre hat ihren Urſprung aus der Umdrehung der Erdkugel um ihre Axe oder aus der ſcheinbaren täglichen Bewegung des Himmelsgewölbes. Wenn wir uns alſo die Erde als ſtillſtehend und folglich eines jeden Orts Mittagskreis als unbeweglich vorſtellen, ſo wird es einem Beobachter ſo vorkommen, daß die Sterne der Himmelsſphäre nach und nach durch ſeinen Mittagskreis gehen, und die Zeiten zwiſchen dem Durchgange der Sterne werden ſich wie der Unterſcheid ihrer graden Aufſteigungen verhalten, weil die Umdrehung der Himmelsſphäre gleichförmig zu ſeyn ſcheinet. Daher iſt es auch bey den Aſtronomen gebräuchlich, die grade Aufſteigungen der Sterne durch die Zeit anzugeben, grade ſo wie es mit der Länge der Oerter auf der Erdkugel geſchiehet. Man be-

greiſt leicht, daß dieſe Erſcheinung einerley bleibe, wenn man die Himmelsſphäre als unbeweglich annimmt, und die Umdrehung der Erdkugel gleichförmig iſt, wie es ſich in der That befindet; denn dann wird ſich jeden Orts Meridian drehen und nach und nach in die Ebenen der Abweichungskreiſe fallen; da aber die Umdrehung der Erde gleichförmig iſt, ſo werden die Zeiten, da die Ebene des Meridians mit erwähnten Ebenen zuſammentreffen nach dem Unterſcheide der graden Aufſteigungen proportionirt, die dieſe Kreiſe an der Himmelsſphäre haben.

§. 54.

Der Anfangspunct des Aequators, die grade Aufſteigungen zu zählen, iſt ein ſehr merkwürdiges Punct. Es iſt den Aſtronomen von der Natur ſelbſt an Hand geleget, das Punct, welches dazu angenommen iſt, zu wählen. Die Erdaxe ſtehet auf der Ebene der Erdbahn nicht ſenkrecht; ihre Neigung ſteiget 1780 auf 66° 31′ 48″. Es ſey (Fig. 58) PTC = 66°31′48″, TC nach E verlängert, und durch EC ſey eine Ebene ſenkrecht auf die Meridianebene APQpA gelegt, ſo wird die Ebene EC einen Winkel mit dem Aequator machen, der 23° 28′ 12″ oder dem Complement des Winkels PTC gleich iſt (Eucl. B. 11. D. 6) Der Durchſchnitt dieſer Ebene mit der Himmelsſphäre muß auch ein groſſer Kreis werden, oder den Aequator in zween gleiche Theile theilen, und der Durchſchnitt der Ebenen dieſer zween groſſen Kreiſe, welche die Linie der Nachtgleiche heiſſet, iſt gegen die Ebene APQpA ſenkrecht. Die Ebene EC ſtellet die Ebene der Ecliptik vor, gegen welche die gemeinſchaftliche Axe der Erde und des Himmelsgewölbes die vorerwähnte Neigung von 66° 31′ 48″ hat; alſo muß der ſcheinbare Weg der Sonne am Himmel, der größte Kreis ſeyn, welcher von dieſer Ebene entſtehet. Hieraus iſt klar, daß die Sonne in ihrem halben Umlaufe, auf derjenigen Seite des Aequators ſcheinen wird,

wo

wo der Pol P liegt, oder in der nordlichen Halbkugel, aber in der andern Hälfte ihres Weges muß ſie in der ſüdlichen Halbkugel ſcheinen. Die Sonne wird auch zweymahl aufs Jahr im Aequator ſtehen, nämlich den 21 März und 22 September. Den erſten dieſer Puncte nehmen die Aſtronomen zum Anfang, die grade Aufſteigungen zu zählen, weil in ältern Zeiten der Anfang des Jahres von da an gerechnet ward. Alſo iſt der ſcheinbare Weg der Sonne in der Sternkunde höchſt angelegen.

Die Neigung oder Schiefe der Eccliptik, welches der Winkel ETA oder CTQ iſt, das iſt, der Winkel zwiſchen der Ebene der Eccliptik und des Aequators iſt von den älteſten Zeiten her ein Hauptaugenmerk der Aſtronomen geweſen, und man hat ihn allezeit, ſo gut man gekonnt, zu beſtimmen geſucht. Folgende Beobachtungen werden die von den Aſtronomen hierauf verwandte Fleiß und Mühe ins Licht ſetzen. Die Schiefe der Eccliptik ward gefunden

Jahr	324	v. C. G.	vom Pitheas (a)	23	49	30
"	130	"	" Erathoſtenes	"	51	20
"	130	"	" Hipparch	"	51	20
"	140	n. C. G.	" Ptolomäus (b)	"	50	22
"	390	"	" Pappus (c)	"	40	00
"	825	"	" Almamon (d)	"	35	00
"	880	"	" Albategnius (e)	"	35	00
"	901	"	" Thebit Korah (d)	"	33	30
"	987	"	" Abul Waffi (d)	"	35	00
"	992	"	" Abul Mahmud (d)	"	32	21
"	1070	"	" Arzachel	"	33	30
"	1140	"	" Almäon	"	33	00
"	1261	"	" Naſireddin	"	30	00
"	1300	"	" Prophatius (d)	"	32	00

(a) Wickſtröm Diſſ. de obliquitate Eclipticæ p. 5.
(b) De la Lande Aſtronom. L. XVI. p. 1026.
(c) Eulofs Erdbeſchreibung p. 101.
(d) Tranſ. Phil. N. 163. (e) Albategn. Scient. Stell. cap. 4.

Jahr 1311 n. C. G.	vom Abulfeda	35	00
1363	Schatir Dam.	31	00
1433	Ulugh Beigh (d)	30	17
1460	Regiomontan oder Müller (f)	30	00
1500	Copernicus (g)	28	24
1500	Walther (h)	27	58
1570	Hommel (i)	29	30
1570	Danti (k)	29	35
1570	Rothman (l)	29	00
1570	Byrgius (l)	29	00
1587	Tycho (i)	31	30
1589	Landsberg (m)	30	10½
1600	Gaſſendus (l)	31	00
1620	Wendelin (n)	30	15
1640	Bullialdus (o)	32	00
1646	Riccioli (l)	30	20
1656	Caßini Dom. (p)	29	05
1668	Picard (o)	30	30
1672	Richer (b)	28	54
1689	Hevel (q)	30	18
1690	Flamſtead (r)	29	00
1700	Delahire (s)	29	03½
1703	Blanchinus (t)	28	35
1706	Roemer (u)	28	41
1715	Louville (v)	28	24
1732	Horrebow (v)	28	47
1733	Manfredi (x)	28	26
1736	Bouguer (y)	28	31

Jahr

(f) Clav. Sphær. cap. 2. (g) Revol. Orb. Cœl. L. 2. C. 2.
(h) Caſſini Elem. d'Aſtr. Liv. 2. Chap. 3.
(i) Tych. Progymnaſmata T. I. p. 17. (k) De Aſtrolab. Cap. 34.
(l) Riccioli Alm. Nov. L. 3. C. 27. (m) Obſerv. L. I. Obſ. 9.
(n) De obliquitate Eccl. (o) Aſtron. Phil. p. 229
(p) Ephem. Malvas. (q) Prodr. Aſtron. (r) Hiſt. Cœl.
(s) Tab. Aſtron. (t) Blanch. Geogr. Prol. p. 3.
(u) Atr. Aſtron. (v) Mem. Pariſ. 1716.
(x) De Gnom. Bonon. (y) Fig. de la terre p. 251.

Jahr 1736 n. C. G.	vom Condamine (z)	. .	28	24
. 1738	. . Caßini Jac. (A)	.	28	20
. 1743	. . Caßini de Th. (Z)	.	28	35
. 1750	. . Delacaille (Z)	. .	28	19
. 1754	. . Gentil (B)	. .	28	16

Die angeführten Beobachtungen beweiſen, daß die Neigung der Eccliptik ehedem gröſſer geweſen iſt als jezt, und daß ſie wahrſcheinlich noch in Abnahme ſey. Dies ſtimmt mit dem Zurückgange der Ebene der Eccliptik auf die Bahnen andrer Planeten überein (§. 39) und die Abnahme der Neigung beträgt 1′ 28″ in hundert Jahren, oder 8⅘ Secunden auf 10 Jahre im jetzigen Jahrhundert. Die Abnahme der Eccliptik verändert ſich und mit der Zeit wird ſie in das entgegengeſetzte übergehen, ſo daß die Schiefe der Eccliptik vergröſſert werden kann, ob ſie jezt gleich kleiner wird.

Der ſcheinbare Weg der Sonne oder der Circul der Eccliptik wird in 4 gleiche Theile, deren jeder 90° enthält, abgetheilet. Dieſe Eintheilung geſchiehet durch zwey Declinationskreiſe, die **Coluren** genannt werden, davon der eine durch die Durchſchnittspuncte der Eccliptik und des Aequators gehet, und der **Colur der Nachtgleiche** genannt wird. Denn wenn die Sonne im Aequator ſtehet, ſind Tag und Nacht auf der Erdkugel gleich. Der andre iſt auf den erſten ſenkrecht und heiſſet **Colur der Sonnenwende**, von den beyden Sonnenwenden, welche einfallen, wenn die Sonne in dieſen Colur tritt, oder in dem 90° von den Puncten der Nachtgleiche. In der Figur ſtellet Pp oder die Axe den Colur der Nachtgleiche vor, denn dieſer Colur muß auf der Ebene des Aequators ſenkrecht ſeyn und durch Pp gehen; aber der Colur der Sonnenwende iſt mit dem Kreiſe PApQP einerley und ſenkrecht auf die Ebene der Eccliptik. Es ſey LTl auf die Ebene der

(z) Delalande Aſtron. L. XVI. p. 1029 (A) Elem. d'Aſtron.
(B) Conn. des mouv. celeſt. 1761. p. 157.

der Ecliptik ſenkrecht, ſo muß Ll in den Colur PApQP fallen und die Sphäre in L und l treffen: Dieſe Puncte heiſſen Pole der Ecliptik und Ll iſt die Axe derſelben. Durch L und l ziehet man auf der Himmelskugel zween Parallele LM und lm und man nennet LM den **nordlichen Polarkreis** und lm den **ſüdlichen Polarkreis**.

Gleicherweiſe zeichnet man durch C und E, wo die Ecliptik den Colur der Sonnenwende ſchneidet, zween Parallele CD, EF, dieſe heiſſen **Wendekreiſe** und man nennet CD den **Wendekreis des Krebſes** und EF den **Wendekreis des Steinbocks**. Der ganze Circul der Ecliptik wird auch in 360° getheilet und die Gradzählung fänget in dem Durchſchnittspunct des Aequators an, wo die Sonne den 21 März ſtehet.

Nachdem der Circul der Ecliptik und deſſen Pole beſtimmt ſind, werden auch durch jeden fünften Grad der Ecliptik Circul gezeichnet, die durch die Axe der Ecliptik gehen; dieſe heiſſen **Breitenkreiſe**, und man muß ſich vorſtellen, daß durch jeden Stern am Himmel ein ſolcher Circul gehe. Die Breite des Sterns iſt dann gleich dem Bogen eines ſolchen Circuls, der zwiſchen dem Stern und der Ecliptik iſt; aber die Länge des Sterns iſt der Punct, wo deſſen Breitenkreiß die Ecliptik trift, und wird von dem Anfangspunct der Ecliptik, welches eben beſchrieben worden, an gezählet. Die Breitenkreiſe ſind alle ſenkrecht auf die Ecliptik, und wenn Circul mit der Ecliptik parallel gezogen werden, ſo werden dieſelben von den Breitenkreiſen in ähnliche Bogen geſchnitten. Dies geſchiehet, damit man die Länge und Breite der Sterne finden könne, nachdem ſie auf dem Globen nach ihrer Abweichung und graden Aufſteigung gezeichnet werden. Es pfleget dies auch gebrauchet zu werden, die Sterne auf dem Globen nach ihrer Länge und Breite zu zeichnen. Nachher findet man die Abweichungen und grade Aufſteigungen der Sterne durch die im vorhergehenden erwähnte Eintheilung

auf

auf der Himmelskugel oder auch durch den daran befeſtigten meſſingenen Meridian. Man kann hier leicht verſtehen, was durch die Breitenunterſcheide zu verſtehen iſt.

Dieſe Eintheilung auf der Himmelskugel iſt inſonderheit nöthig erachtet worden, nachdem man gefunden hat, daß die Linie der Nachtgleiche nicht beſtändig ſey; ſondern mit einer langſamen Bewegung fortrücke; daß die Abweichungen und graden Aufſteigungen dadurch verändert würden, aber daß die Breiten einerley blieben, und die Längen gleichförmig anwüchſen.

§. 55.

Im 51 §. iſt angeführet worden, daß man den Mittelpunct der himmliſchen Sphäre nach Gefallen auf der Erdoberfläche, ungeachtet ihrer groſſen Bahn um die Sonne, annehmen könne. Die Ordnung fordert, daſſelbe hier zu erklären. Es ſey (Fig. 59) Tt ein Durchmeſſer der Erdbahn und die Ebene TXt ſey auf dieſelbe ſenkrecht; In X ſey ein Stern nahe am Pol der Ecliptik. Wenn nun die Erde in T iſt, ſo iſt die Breite des Sterns dem Winkel XTt gleich, aber wenn die Erde nach t kommt, muß die Breite dieſes Sterns dem Winkel XtT gleich angenommen werden; und wenn tx parallel iſt mit TX, ſo iſt Xtx = TXt, die Veränderung der Breite des Sterns, welche von der Bewegung der Erde aus T nach t entſtehet. Dieſe Veränderung heiſſet die jährliche Parallaxe, und iſt ein wichtiges Augenmerk der geſchickteſten Aſtronomen geweſen. Wenn man ſich einen Stern in Y näher nach T als X vorſtellet, ſo müſte die Parallaxe für den Stern Y gröſſer ſeyn, als für den Stern X, denn es iſt TXt < TYt. Hieraus ſiehet man, daß die jährliche Parallaxe eines Sterns deſto kleiner iſt, je gröſſer der Abſtand deſſelben gefunden wird.

Die Aſtronomen haben auch durch die genaueſten Inſtrumente nicht beobachten können, daß die Breite eines Fixſterns

auf dieſe Art verändert werde. Wenn man XTt = 90° und TXt = 5″ annimmt, ſo iſt XT 41000 mahl ſo groß, als Tt. Aber wenn die jährliche Parallaxe eines Firſterns auch nur 5″ ausmachte, ſo würden die Aſtronomen ſie bemerken können; ja wenn auch die jährliche Parallaxe nur 1″ ausmachte, ſo würde doch ſolcher Unterſcheid der Breite durch die Wiederholung der genaueſten Beobachtungen entdeckt werden; in dieſem Falle wäre XT < 206000 × Tt; alſo iſt der Abſtand der Firſterne noch gröſſer, indem niemand in der Breite der Sterne eine Veränderung von einer Secunde hat bemerken können, obgleich die Beobachtung an beiden Enden eines Durchmeſſers der Erdbahn als TA wiederholet worden.

Um einen nähern Begriff von dem ungeheuren Abſtande der Firſterne von der Erdbahn zu geben, kann man annehmen, daß ſich ein Cörper in grader Linie von einem Firſtern zur Erde hinab bewege, und daß er jede Zeitſecunde 120 ſchw. Fuß lauft; dieſer Cörper würde ungefähr 57 Millionen Jahre zubringen um zur Erde zu kommen, wenn die jährliche Parallaxe eine Secunde wäre. Will man den Abſtand der Firſterne nach der Geſchwindigkeit des Lichts abmeſſen, und nach den Beobachtungen von den Jupiters Monden annehmen, daß das Licht in 8 Minuten von der Sonne zur Erde komme, ſo wird das Licht 3½ Jahr gebrauchen, von den Firſternen zur Erde zu kommen. Wie groß ſind die Wunderwerke des Schöpfers, da die Firſterne in ſolcher Pracht glänzen, ob ihr Licht gleich durch einen ſo langen Weg reiſen und Jahre zubringen muß, zu unſrer kleinern Erdkugel herunter zu kommen!

Der lebhafte Schein der Firſterne, ungeachtet ihres ungeheuren Abſtandes, beſtärket uns in den Gedanken, daß ſie Sonnen ſind und, ſo wie unſre Sonne, mit eigenem Lichte glänzen. Wenn ſie eben ſo groß als die Sonne angenommen werden, ſo muß ihr ſcheinbarer Durchmeſſer ſehr klein ſeyn; nämlich wenn die

jähr-

jährliche Parallaxe der Fixſterne eine Secunde wäre, ſo würde der ſcheinbare Durchmeſſer nur der hundertſte Theil einer Secunde ſeyn; man muß alſo keinesweges den Durchmeſſer eines Fixſterns, wenigſtens nicht mit bisher gebräuchlichen Inſtrumenten meſſen können. Die Erfahrung ſtimmet hiemit überein, daß es vergebens geweſen ihre Durchmeſſer zu beſtimmen. Solchergeſtalt geſchiehet es auch, wenn ein Fixſtern vom Monde bedeckt wird, daß er klar bis auf den Augenblick ſcheinet, da er zu verlöſchen ſcheinet, und daß dies Verlöſchen bey Sternen von ungleicher ſcheinbaren Gröſſe gleich geſchwinde geſchiehet. Wir ſehen alle Fixſterne als leuchtende Puncte ohne alle Gröſſe, wenn wir ſie durch gröſſere Teleſcope anſehen, ungeachtet dieſelben die ſcheinbare Gröſſe der himmliſchen Cörper verſchiedentlich vergröſſern, und wenn man Sterne von der erſten Gröſſe, von der andern u. ſ. w. unterſcheidet, ſo gründet ſich dieſe Eintheilung nicht auf merkliche Verſchiedenheit in der Gröſſe ihrer Durchmeſſer, ſondern auf die ungleiche Lebhaftigkeit oder Klarheit des Lichts, welche bey ihrer groſſen Anzahl ungleich ſcheinet. Dieſer Unterſcheid kann aus der ungleichen Beſchaffenheit des Lichts entſtehen, da einige röthlich, wie Mars, andre blau, andre mehr weiß u. ſ. w. ſcheinen; oder der ungleiche Glanz der Sterne kann auch von ihrer ungleichen Gröſſe herrühren, daß nämlich der eine vielmahl gröſſer iſt als der andre. Die ungleiche Dichtigkeit dieſer Sonnen, ihre ungleiche Entfernung von der Erde, können zugleich zu den ſcheinbaren Unterſcheid unter ihnen beytragen.

Hiebey muß man nicht vergeſſen anzumerken, wie der Sternhimmel durch den Gebrauch der Teleſcope deſto mehr mit Sternen bereichert wird, je gröſſere Teleſcope man gebrauchet, oder je mehr ſie unſer Geſicht unterſtützen und uns mehr und mehr Vermögen geben, in weiterer Ferne zu ſehen. So ſehen wir an gewiſſen Gegenden mit bloſſen Augen wenige Sterne, aber durch Sehröhre an eben dieſen Stellen eine groſſe Menge. Wir bemer-

merken an andern Stellen gleichſam einen Lichtſchein, ohne einige Sterne unterſcheiden zu können; aber durch Teleſcope ſiehet man an ſolchen Stellen eine Menge Sterne, die ſich gleichſam zuſammengehäufet. Iſt ſolches nicht ein Beweis, daß gleich groſſe Sterne in einem gewiſſen Abſtande geſehen und unterſchieden werden können, aber in gröſſerer Entfernung in dem Auge ein verwirrtes Bild, als einen ſchwachen Schein, zu erregen anfangen?

§. 56.

Die Anzahl der Fixſterne ſcheinet dem erſten Anſehen nach ſehr groß zu ſeyn; indeſſen haben die Aſtronomen ſich doch veranlaſſet gefunden, ſie zu zählen; aber ehe eine ſolche Zählung vorgenommen ward, theileten ſie die Fixſterne in gewiſſe Sammlungen ab, welche noch Aſteriſmen, Conſtellationen, Sternbilder genannt werden. Dieſe Conſtellationen begreifen gewiſſe Gegenden am Himmel in ſich; bey der Ecliptik ſind ſie mehrentheils von Bildern der Thiere hergenommen, und machen eine ganze Zone oder Gürtel aus, deren Känntniß wegen der Veränderung der Jahrszeiten während des Sonnenlaufs wichtig iſt. Die erſten Eintheilungen der Conſtellationen waren bey der Ecliptik nach der Ordnung, wie der Sonnenlauf beobachtet worden, gemacht. Es ſind ihrer zwölf und heiſſen die himmliſche Zeichen, aber die ganze Zone heiſſet Thierkreis. Hiernach theilen die Aſtronomen jezt die Ecliptik in zwölf gleiche Theile, davon jeder 30° enthält, und welche eben himmliſche Zeichen genannt werden. Sie behalten auch die Nahmen der Conſtellationen, welche bey der erſten Eintheilung dieſe Theile der Ecliptik einzunehmen ſchienen, und werden von dem Ort der Sonne am 21 März oder von dem Anfangspunct der Ecliptik an gezählet, wie folget: Der Widder, der Stier, die Zwillinge, der Krebs, der Löwe, die Jungfrau, die Waage, der Scorpion, der Schüze, der Steinbock, der Waſſermann, die Fiſche. Solchergeſtalt

ſtalt iſt der Widder der Bogen der Ecliptik, der ſich von dem Anfangspuncte nach Oſten bis zum Ende des 30ſten Grades erſtreckt; der Stier fängt vom Ende des 30ſten Grades an und gehet bis zum Ende des 60ſten Grades u. ſ. w.

Die Eintheilung der Ecliptik in zwölf Theile iſt ohne Zweifel nach Anleitung des Mondlaufs gemacht worden, der beynahe in der Zeit vollendet wird, in welcher die Sonne 30 Grade in der Ecliptik zurückleget; denn die Chaldäer oder Aegypter, von welchen ſich dieſe Eintheilung herſchreibet, rechneten im Anfange 360 Tage auf ein Jahr oder einen Umlauf der Sonne, und 30 Tage für die Zeit eines Mondes Umlauf; daher kam es, daß die Ecliptik in 360 Grade abgetheilet ward, welche die Bewegung der Sonne für jeden Tag bezeichnen ſollten, und daher hat die Eintheilung des Circuls in Grade ſeinen Urſprung. Eben die Perſonen, welche unter dieſen Völkern den Gottesdienſt abwarteten, hatten auch die Sternkunde zu ihrem Looſe erhalten, und heiligten ihre 12 Monathe den Göttern der Egyptier und den Thieren, die ihres Nutzens wegen bey ihnen in Achtung und Würde ſtanden, oder deren Bilder unter den Hieroglyphen, wichtige Dinge zu bezeichnen, gebraucht wurden. So verehreten ſie Amun oder den Jupiter Ammon der Griechen unter Menſchengeſtalt mit Widderhörnern; das erſte Zeichen ward auch dem Amun geheiliget und ſein Hieroglyph war ♈. An der Stelle von Amuns Bild haben die Griechen einen Widder gemahlet. Das zweyte Zeichen war das Bild eines Stiers, unter welchem Apis des Ackerwerks wegen verehret wurde. Der Hieroglyph war der Kopf eines Stiers ♉. Das dritte Zeichen ward durch den Helitomen und Harpocrat, Zwillingen der Iſis von ihrem Gemahl Oſiris vorgeſtellet, von welchen die Egyptier die Künſte gelernet hatten. Der Hieroglyph ſtellte Zwillinge vor, die ſich mit Händen und Füſſen umſchlungen ♊. Die Griechen deuteten dies auf Hercules und Apollo oder auch auf Caſtor und Pollux,

Digitized by Google

welche bey ihnen der Künſte wegen berühmt waren. Das vierte Zeichen gehörete Hermes Anubis oder den Mercur der Aegyptier, er ward unter dem Bilde eines Storchs mit einem Krebsſchwanz verehret, ſein Zeichen war ♋. Der Krebs ſollte den Rückgang der Sonne zum Aequator vorſtellen, und Hermes oder Mercur ſorgte für die Fruchtbarkeit des Landes. Das fünfte Zeichen ward dem Momphta gegeben, der unter einen Löwen vorgeſtellet ward, und deſſen Hieroglyph ein Löwenſchwanz war ♌. Die Ueberſchwemmung des Nils ſieng an, wenn die Sonne im fünften Zeichen war, und hörete auf, wenn ſie im ſechſten Zeichen ſtand, welches der Jſis unter dem Bilde einer Jungfrau mit einem Bunde Kornähren geheiliget ward, ihre Figur iſt von dieſem Bilde in folgendes ♍ verdorben. Das ſiebente Zeichen ward einem Gott Omphta zugeſchrieben, welcher die Ueberſchwemmung des Nils abwägen ſollte, daher war ſein Hieroglyph eine Waage ♎. Typhon unter Scorpions Geſtalt regierte im achten Zeichen und ward für böſe gehalten, er ward unter dem Hintertheil oder Schwanz eines Scorpions ♏ vorgeſtellet. Anfangs erſtreckte ſich das Zeichen des Scorpions ſowohl über das ſiebente als achte Zeichen, und das ſiebente Zeichen hieß Scorpionsſcheren. Der Scorpion bedeutete die Ungeſundheit der Jahrszeit, wenn die Sonne im achten Zeichen war. Das neunte Zeichen ward dem Nephtys, dem Waffenträger des Oſiris gegeben. Das Sternbild iſt ein mit einem Bogen bewafneter Mann, der Pferdefüſſe hat und der Hieroglyph iſt ein Pfeil ♐. Das zehnte Zeichen gehörete für den Anubis unter der Geſtalt eines Mannes mit einem Hundskopf, welcher einen Bock mit einem Fiſchſchwanz an der Kette führte, der Hieroglyph war ♄ oder ♑. Die Aegyptier wollten dadurch bezeichnen, daß die Gewalt des böſen Typhon zu Ende ſey, wenn die Sonne in dies Zeichen kommt. Das eilfte Zeichen ward dem Canopus gegeben, von welchem man glaubte, daß er den Zugang des Waſſers regiere, ſein Bild

war

war ein Mann, der Waſſer gieſſet, welches durch ♒ bezeichnet ward. Eben ſo waren zween Fiſche das Bild des Gottes Ichton, und ſein Hieroglyph war ♓.

Nachdem die Griechen ſich die Sternkunſt zugeeignet hatten machten ſie andere Erklärungen über dieſe Zeichen. Der **Widder**, ſagten ſie, ſey von der **Nephele** gebraucht worden ihre Kinder **Helle** und **Phryxus** von ihrem Vater **Athamas** wegzuführen, welchen von ihrer Stiefmutter **Ino**, mit welcher er ſich vermählet hatte, übel begegnet wurde. **Helle** ertrank und gab dadurch dem **Helleſpont** ſeinen Nahmen; **Phryxus** landete zu **Colchis** an, opferte den Widder und heiligte dem **Jupiter** ſein goldenes Fell, worauf der Widder von dem **Jupiter** an den Himmel geſetzt ward. Der **Stier** ſtellet den fordern Bogen oder das Bild eines Schiffs vor, worauf **Jupiter** die **Europa** entführet. Die **Zwillinge** waren Söhne der **Leda** vom **Jupiter**, welche **Caſtor** und **Pollux** hieſſen und ſich auſſerordentlich liebten. Der **Krebs** ſoll vom Jupiter am Himmel geſetzt ſeyn, weil er eine Nymphe, die er liebte an der Flucht gehindert hatte. Sonſt berichtet man auch, daß Juno auf dieſe Art einen Krebs belohnet habe, der ihr, ſich an Hercules zu rächen, behülflich geweſen. Der **Löwe** ſoll die Hitze des Sommers oder auch den Löwen in **Nemea** vorſtellen, der vom **Hercules** getödtet wurde. Die **Jungfrau** bedeutete die **Ceres**, das iſt, die **Jſis** der Aegyptier; andre verſtunden darunter die **Erigone**, welche ſich über ihres Vaters **Jcarus** Fall zu Tode grämte. Der **Scorpion** mit ſeinen **Scheeren** (oder **Waage**) ward von den Griechen am Himmel geſetzt, und man hatte von ihm die Erdichtung, daß er den **Orion** getödtet, als er ſich rühmte, daß er alle wilde Thiere von der Erde vertilgen wolle. Der **Schütze** bedeutete den **Centaur Chiron**, welcher die Kunſt verſtand die Pferde zu bändigen. Der **Steinbock** war **Pan**, der unter ſolcher Geſtalt dem **Typhon** entflohe. Der **Waſſermann** bedeutete entweder den

Deu-

Deucalion oder den Mundſchenk der Götter, Gamined. Die Fiſche bedeuteten Venus und Cupido, die ſich bey einer Rathsverſammlung der Götter um dem Typhon zu entfliehen in Fiſche verwandelt hatten. Die Griechen hatten ihre Götter von den Aegyptiern erhalten, ihre Fabeln und ganze Mythologie hatte ihren Urſprung von der Gelehrſamkeit und den Hieroglyphen der Aegypter. Die Griechen hatten gleichfals die Sternbilder von den Aegyptiern gelernet. Dies erhellet aus der Aehnlichkeit der Zeichen mit den egyptiſchen Conſtellationen in der Ecliptik, die nach der Witterung in Egypten und ihren Veränderungen eingerichtet waren, und obgleich die Griechen die Nahmen derſelben und einen Theil ſolcher Bilder verändert hatten, ſo verrathen ſie gleichwohl ihren erſten Urſprung von den Gegenden des Nils.

In dieſen zwölf Zeichen ſind beſonders folgende Sterne zu bemerken. Im Stier, Aldebaran, welcher das Auge des Stiers iſt; die Hyaden, welche bey dem Aldebaran liegen, und mit demſelben ein V machen; Die Plejaden, welche insgemein das Siebengeſtirn heiſſen, ob man gleich mit bloſſen Augen nicht mehr als ſechs Sterne zuſammenzählen kann, ausgenommen wenn die Luft ſehr rein iſt. In den Zwillingen ſind Caſtor und Pollux; Im Krebs, die Krippe eine Traube kleiner Sterne, und die Eſel, welche durch ihr Geſchrey zum Sieg der Götter über die Rieſen beygetragen haben ſollen. Im Löwen, Regulus oder das Herz des Löwen und der Schwanz des Löwen; In der Jungfrau die Aehre und Vindemiatrix; Im Scorpion Antares oder das Herz des Scorpion; Im Waſſermann iſt der Krug und Scheat oder Sat.

Dies war der Thierkreis bey den Egyptern und Griechen. Jezt heiſſet der Thierkreis bey den Aſtronomen eine Zone am Himmel, welche zwiſchen zween Parallelen der Ecliptik, die an jeder Seite 8 bis 10 Grad Abſtand haben, und welche von der Ecliptik in zween gleiche Theile getheilet wird. Dieſe Zone wird

wird wegen beſonderer Wichtigkeit der darin gelegenen Sterne unterſchieden.

Die Sterne auſſerhalb des Thierkreiſes ſind auch in gewiſſe Conſtellationen eingetheilet. Es ſey (Fig. 58) EC die Ecliptik, Ll ihre Axe, ſo iſt L der nordliche und l der ſüdliche Pol der Ecliptik; alſo muß ELC die nordliche, und ElC die ſüdliche Halbkugel in Anſehung der Ecliptik vorſtellen. In der nordlichen Halbkugel ſind Ein und zwanzig Conſtellationen, die theils von den Egyptiern eingerichtet, theils von den Griechen geändert und hinzugeſetzet ſind. Der groſſe Bär oder der groſſe Wagen war bey den Aegyptiern durch einen Pflugwagen abgebildet und die ſieben helle Sterne, welche den Wagen ausmachen, hieſſen Pflüger, Teriones, welche Nahmen ſie auch bey den Griechen behielten, davon heiſſet der Nordpol bey den Lateinern Septemtrionalis, Aber die Griechen änderten dieſe Figur in eine Bärin, worin Caliſto, Lycaons Königs in Arabien Tochter, von der Juno verwandelt ſeyn ſoll, nachdem ſie ſich vom Jupiter hatte verführen laſſen, der mit ihr den Boot gezeuget hat. Das Unglück fügte es ſo, daß der Sohn, als er den wilden Thieren nachjagete, ſeine Mutter aufſtieß, aber Jupiter befreyete ſie und ſetzte die Bärin am Himmel, jedoch in einer ſolchen Gegend, die für den Horizont Arcadiens nicht untergehet, um die Leichtſinnigkeit der Caliſto zu entdecken. Der kleine Bär bedeutet die Bärin, welche ſich vom Jupiter ſaugen ließ, als er von ſeiner Mutter Ops im Walde verſteckt ward, daß ſein Vater Saturn ihn nicht aufeſſen mögte. Von dieſen zwo Conſtellationen heiſſet der Nordpol der arktiſche Pol, und der entgegengeſetzte oder Südpol der antarktiſche Pol. Der kleine Bär heiſſet bey den Griechen auch Phönice; dieſer Nahme ſcheinet von den Phöniciern genommen zu ſeyn, die eine egyptiſche Colonie waren und viele Schiffarth trieben. Dieſe gebrauchten den kleinen Bären oder den hellen Stern in ſeinem Schwanze zum

Wegweiſer, der nun der Nordſtern oder Polſtern heiſſet. Die Griechen behaupten, daß Thales ſie gelehret habe, hieran den Nordſtrich zu kennen, aber es iſt glaublicher, daß Thales ſolches entweder von den Egyptiern oder Phönicern gelernet habe.

Boot bedeutet der Caliſto Sohn, der zugleich mit ihr an den Himmel geſetzt worden; der Stern Arctur in dieſer Conſtellation hat ſeinen Nahmen von den Bärinnen, und iſt ſehr bekannt.

Der Drache umgiebt den Pol der Eccliptik auf eben die Art, wie er die goldene Aepfel in dem heſperiſchen Baumgarten bewacht hat, ehe er vom Hercules getödtet ward; Juno ſetzte ihn aus Mittleiden unter die Sterne.

Hercules erhielte ſeinen Platz am Himmel nach Vollendung ſeiner zwölf Arbeiten.

Der Pfeil ſoll derjenige ſeyn, womit Hercules die Juno und den Pluto verwundete, oder womit er den Adler erſchoß, der lange an dem wieder wachſenden Herz des Prometheus gefreſſen hatte.

Der Adler bedeutet entweder den Adler des Prometheus oder einen andern der dem Jupiter Nectar brachte, als er ſich für den Saturn verſteckte.

Der Fuhrmann ſtellet denjenigen vor, der zuerſt die Pferde vor einem Wagen gebändiget hat; zu dieſer Conſtellation rechnet man auch die Ziege, welche den Jupiter auf dem Berge Ida mit ihren Zwillingen zugleich unterhalten hat.

Cepheus war König in Aethiopien und Caßiopea Königinn; Sie war ſchön, und erhob ſich über die Nimphen. Dieſe riefen Neptun um Rache an und er ſchickte einen groſſen Wallfiſch das Land zu verheeren. Aber Cepheus wollte ſein Reich hievon befreyen und opferte dem Delphiſchen Oracul; von dieſem ward ihm befohlen ſeine Tochter Andromeda an einen Felſen feſtzuſchmieden, um von dem Wallfiſch aufgefreſſen zu werden.

Andromeda ward alſo auf vorbeſchriebene Art aufgeopfert, aber von ihrem Liebhaber befreyet. Perſeus liehe von der Minerva den Kopf der Meduſe, und durch deſſen Kraft verwandelte er den Walfiſch in einen Stein, ſo daß er die Andromeda erhielte. Zum Andenken dieſer Geſchichte haben die Griechen den Jupiter dieſe vier Perſonen an den Himmel ſetzen laſſen. Der Walfiſch hat auch ſeinen Platz am Himmel aber in der ſüdlichen Halbkugel.

Pegaſus iſt der Nahme eines Pferdes geweſen, der die Quelle Aganippe auf dem Berge Helicon entdeckt haben ſoll, indem er mit ſeinen Füſſen ſtampfte bis das Waſſer hervorbrach. Er iſt allezeit mit Flügeln gemahlet, welche ein Bild des Gerüchts ſind und dadurch gleichet er den Hieroglyphen der Egyptier, wo er nicht ſelbſt von ihnen herſtammet.

Das kleine Pferd heiſſet Cyllarus und iſt dasjenige, welches Mercur dem Caſtor ſchenkte.

Die nordliche Crone ward von Venus der Ariadne, der Königinn Paſiphae Tochter von dem Minos von Creta geſchenkt. Sie half den Theſeus aus dem Labyrinth, ward aber von ihm auf der Inſul Naxus verlaſſen. Daſelbſt vermählte ſich Bachus mit ihr und ſetzte die Crone am Himmel.

Der Schlangenträger bedeutet den Eſculap, den erſten berühmten Arzt, welcher König Minos Sohn Glaucus wieder zum Leben gebracht und daher ein Kraut gebraucht haben ſoll, welches er von einer Schlange bekommen. Sonſt wird bey den Egyptiern die Einſicht in die Arzneykunſt durch eine Schlange abgebildet.

Die Schlange ſoll Aeſculaps Schlange ſeyn, die ihm für den Glaucus das Heilungskraut gegeben hat.

Die Leyer bedeutet Orpheus Leyer, die am Himmel verſetzt ward, als er an dem Fluſſe Heber von den raſenden Weibern umgebracht ward.

Der Schwaan iſt ein Andenken von der Geſtalt Jupiters als er die Leda betrog. Dieſe Conſtellation iſt in Schweden St. Bengts Creutz genannt worden, denn die Figur der helleſten Sterne derſelben iſt ein Creutz.

Das Meerſchwein ſtellet ein Schiff vor, auf welchem Arion, Neptuns Sohn, die Flucht genommen, der Strafe ſeiner liederlichkeit zu entgehen.

In der ſüdlichen Halbkugel haben wir funfzehn Conſtellationen von den ältern Aſtronomen. Der Walfiſch iſt oben genannt, und ſoll vom Perſeus getödtet ſeyn.

Orion war ein gewaltiger Jäger, ſein Hochmuth und Großſprecherey ward durch einen Scorpion beſtrafet, der unter ſeinen Füſſen aus der Erde kam und ihn in dem Fuſſe verwundete, ſo daß Orion an ſeinem Gifte ſtarb. Ein heller Stern in ſeinem Fuſſe heiſſet Rigel.

Der Haaſe war bey den Egyptiern ein Sinnbild der Wachſamkeit und Fürſichtigkeit der Kriegsleute. Die Griechen ſetzten ihn bey dem Orion am Himmel.

Der kleine Hund ſoll einen von Orions Jagdhunden bedeuten; der helle Stern darin heiſſet Procyon.

Der groſſe Hund heiſſet bey den Aegyptiern Sirius, ſo wie auch der Nilfluß, deſſen Nahme einen Hund bedeutet. Sein Bild bezeichnet die Treue, daher auch Anubis wegen ſeiner Treue gegen Oſiris und Iſis mit einem Hundskopf gemahlet ward. Die Aegyptier nannten den helleſten Fixſtern am Himmel, welcher in dem groſſen Hunde lieget, Siris, und ſie gaben auf dieſen Stern beſonders Achtung um die Zeit der Ueberſchwemmung des Nils zu wiſſen.

Der Fluß Eridan bedeutete bey den Aegyptiern den Nil, aber bey den Griechen iſt er nach dem Fluſſe genannt worden, darin Phaeton ertrank.

Die

Die Waſſerſchlange, der Krug, und der Rabe, ſind drey griechiſche Conſtellationen, von deren Aufführung an dem Himmel folgender Bericht gegeben worden. Als Apollo dem Jupiter opfern ſollte, ſandte er den Raben mit einem Kruge Waſſer zu holen, aber der Rabe verſpätete ſich auf einem Feigenbaum, und ward mit dem Kruge bey einer Schlange am Himmel geſetzt, die ihm verwehren ſollte zu trinken.

Der Centaur bedeutet einen Mann zu Pferde. Saturns Leibwache wurden Centauren genannt, vermuthlich ſind ſie zu Pferde oder Reuter geweſen. Einer von ihnen Phylliris ward vom Hercules unverſehens erſchoſſen.

Der Wolf bedeutet den König Lycaon in Arcadien, welcher ſeiner Grauſamkeit wegen in einen Wolf verwandelt ſeyn ſoll.

Der Altar ward vom Vulcan gemacht, als die Götter ſich wider die Rieſen zuſammen verſchworen.

Der ſüdliche Fiſch iſt der Abgott, welchen die Syrer, eine aegyptiſche Colonie, anbeteten.

Das Schiff Argo bedeutet das Schiff, auf welchem Jaſon nach Colchis fuhr, das goldene Vließ zu holen.

Die ſüdliche Crone hat der Mutter des Bachus, Semelen, zugehöret, er ſetzte dieſe Crone auch am Himmel, ſo daß Bachus zwo Cronen dazu gegeben.

Dies ſind die Sternbilder der Alten auf beyden Halbkugeln. Man kann leicht denken, daß ſie nach und nach, ſo wie die Käntniß der Sterne zugenommen, ſehr verändert worden. Anfangs wurden den helleſten Sternen gewiſſe Nahmen gegeben; nachher ward ihnen und den nächſtgelegenen ein Bild zugeeignet; endlich wurden die Sternbilder ſo weit ausgebreitet, als man es nöthig zu haben glaubte. In neuern Zeiten ſind nach demſelben Geſchmacke mehrere Sternbilder hinzugeſetzt. Tycho ſetzte oder erhob den Antinous und der Berenice Haarlocken zum Himmel.

Antinous ſoll ein munterer Jüngling geweſen ſeyn, den der Kayſer Adrian liebte, und der im Nil ertrank; von der Berenice ſagt man, daß ſie ihre ſchönen Haare zum Heiligthum im Tempel gelobt habe, wenn ihr Gemahl König Ptolomäus Soter glücklich nach Egypten zurückkäme; Sie erfüllte ihr Gelübde, aber die Haarlocken verſchwanden aus dem Tempel und der Prieſter Conon, ein Sternkundiger, gab vor, daß ſie an den Himmel erhoben wären. In der ſüdlichen Halbkugel war ein groſſer Theil Sterne lange unbekannt, indem ſie unter dem Horizont von Griechenland lagen. Als aber die Schiffarth ſich nach Süden vom Aequator erſtreckte, fiengen ſie an, Nahmen zu erhalten. Americus Veſputius, Corſalius und Theodorius theileten in dem unbekannten Theile der ſüdlichen Halbkugel folgende Sternbilder aus: Der Indianer, der Kranich, der Phönix, die Fliege, das ſüdliche Dreyeck, der Paradiesvogel, der Pfau, die Indianiſche Gans, die Hydre, der Schwerdtfiſch, der fliegende Fiſch, der Cameleon, die Taube, das Creutz. Dieſe erzählten Sternbilder nahmen noch nicht den ganzen Himmel ein, daher nach der Hand andre von den Aſtronomen eingeführet wurden. Bartſchius mahlete den Camelopard, zwiſchen den Bären und der Caßiopea, und das Einhorn zwiſchen dem groſſen und kleinen Hunde. Royer ſchlug auf der nordlichen Halbkugel vier andre Sternbilder vor, nämlich den Fluß Jordan, den Tigerfluß, den Scepter, und die Lilie, welche auſſer der Lilie, welche die franzöſiſchen Geographen und Sternbilderzeichner behalten haben, nicht gebraucht werden. Die Engeländer mahlen ſtat der Lilie eine Fliege. Eben dieſer Royer ſetzte auch nach den Schiffernachrichten auf der ſüdlichen Halbkugel hinzu, die groſſe Wolke, die kleine Wolke, und den Rhomboides, die noch auf den Himmelsgloben beybehalten werden. Hevel veränderte den Jordan in zween Jagdhunde für den Boot, und den Tygerfluß in den Fuchs mit der Gans.

Auſſer-

Auſſerdem führte er folgende Sternbilder ein: der aſtronomiſche Sextant, der kleine Löwe, der Luchs, Sobieſki Schild, die Eidechſe, das kleine Dreyeck, der Cerberus; er vermehrte auch das Sternbild Antinous mit Bogen und Schild. Halley und Flamſtead ſetzten unter den Boot den Berg Mänalus, zwiſchen den Jagdhunden Carls Herz, in Sobieſkis Schild das Creuz, in dem Schiffe Argo Carls Eiche. Monnier hat noch das Rennthier unter der Caßiopea eingerückt, ſo daß in der nordlichen Halbkugel wenig Platz zu neuen Sternbildern übrig iſt. Endlich hat Delacaille die ſüdliche Halbkugel beſſer eingetheilet, als vor ſeiner Zeit hat geſchehen können. Er fand Platz für folgende Conſtellationen: Die Bildhauer Werkſtädte, der chineſiſche Ofen, die Penduluhr, das Rhomboidiſche Netzlein (welches Royers Rhomboides iſt), der Grabſtichel, das gemahlte Pferd, der Seecompaß, die Luftpumpe, der Octant, der Circul, das Lineal und Winkelmaaß, das Teleſcop, das Microſcop, der Tafelberg. Delacaille hat auch das Sternbild, welches das Schiff Argo heiſſet verändert, und Carls Eiche daraus weggenommen.

§. 57.

Durch dieſe aufgezählten Sternbilder iſt die Eintheilung der Himmelskugel der Abtheilung der Erdkugel in gröſſere und kleinere Landſchaften ſehr gleich. Der Unterſcheid beſtehet blos darin, daß die Landſchaften oft zuſammen gränzen, und die Figur der einen ſich nach der andern richtet oder in ihr ſchlieſſet, wenn groſſe Waſſer und Meere ſolches nicht hindern. Aber an dem Himmel iſt gemeiniglich noch einiger Raum zwiſchen den Conſtellationen, und zuweilen lieget wieder ein Theil von der einen, über einen Theil der andern, wie Orions Fuß auf dem Haaſen. Jeder Stern am Himmel kann auch als ein beſonderer Ort auf der Erde angeſehen werden, und wenn die Länge und Breite der Sterne

ne beſtimmt worden, ſo wird er auf der Himmelskugel mit eben der Genauigkeit an ſeinen gehörigen Ort gezeichnet werden, als Städte und Häfen auf der Erdkugel verzeichnet werden. Die Sterne können aber ebenfals vermittelſt ihrer Abweichungen und graden Auſſteigungen beſtimmt werden, und dieſe Methode iſt überall bey denen, welche Globen machen, im Gebrauch. Die Anleitung dazu beſtehet darin, weil die Abweichungen und graden Auſſteigungen der Sterne unmittelbar aus den Beobachtungen erhalten werden, aber die Längen und Breiten derſelben erſt mühſam ausgerechnet werden müſſen. Auſſerdem werden die Himmelskugeln um eine Are beweglich gemacht, und wann dieſelbe für die Are der himmliſchen Sphäre angenommen wird, ſo können die Abweichungen und graden Auſſteigungen nicht allein leicht gezeichnet werden, ſondern es können auch die mannigfaltigen Merkwürdigkeiten der himmliſchen Sphäre auf einen Globus auf ähnliche Art erkläret und gezeiget werden.

Das Augenmerk der Aſtronomen iſt von jeher geweſen, die Abweichungen und graden Auſſteigungen der Sterne zu finden, aber dieſe Arbeit fordert unendlich viele Mühe und Fleiß und danächſt die genaueſten Juſtrumente. Es iſt ſehr deutlich zu ſehen, daß die Bedürfniſſe der Sternkunde ihre Aufmerkſamkeit ſogleich hierauf geleitet habe. Denn als man ſahe, daß der Mond und die Planeten unter den andern leuchtenden Sternen fortrückten, daß auch die Sonne ihren Platz am Himmel verändere, ſo muſte die Begierde erweckt werden, die Plätze abzuzeichnen, welche die Firſterne einnahmen, um dadurch die Bewegung der himmliſchen Cörper kennen zu lernen. Ohne Zweifel ſind viele Arbeiten vorher gegangen, ehe man die Ordnung dieſer Bewegungen finden konnte, und viele vergebliche Verſuche ſind gemacht worden, ehe man ſich von der Lage der Sterne einen rechten Begriff machen und ſie zeichnen können. Aber endlich iſt es geglückt, und da haben die Aſtronomen gleich angefangen, die Sterne zu zählen,

wel-

welches von den Heiden für ein Werk der Götter gehalten ward.

Von den älteſten Zeiten her beobachteten viele Aſtronomen die Abweichungen und graden Aufſteigungen der Sterne; aber Hipparch ſammlete, ſo viel er konnte, alle Beobachtungen und gab ein Sternverzeichniß heraus, in welchem die Abweichung und grade Aufſteigung bey jedem Stern geſetzet ward. Er hatte ſelbſt viele Sterne beobachtet, welche er mit den Beobachtungen der Aeltern beſonders des Timocharides von denſelben Sternen verglich. Daraus fand er, daß die Sterne jährlich ihren Platz veränderten, und daß die Veränderung von der Bewegung der Puncte der Nachtgleiche dem Laufe der Sonne grade entgegen herrühre, das iſt, daß die Durchſchnittslinie des Aequators und der Ecliptik ſich in der Ebene der Ecliptik auf gleiche Art verrücke, wie ſolches im Planetenſyſtem in Rückſicht auf die Retrogradation der Knoten beſchrieben worden. Dieſe Erſcheinung nennet man das **Zurückgehen der Puncte der Nachtgleiche** oder das **Fortrücken der Nachtgleichen**, denn die Zurückweichung der Aequinoctialpuncte beſchleuniget die Nachtgleichen, ſo daß ſie ehe einfallen, als die Erde einen ganzen Umlauf vollendet hat, oder ehe ſie das Punct des Aequators erreichet, wo im vorigen Jahre das Punct der Nachtgleiche lag. Hiedurch geſchiehet es, daß die Längen der Sterne jährlich zunehmen, aber die Breiten ſind dabey keiner merklichen Veränderung unterworfen; wenigſtens ſind ſie noch nicht völlig bekannt. Ihre grade Aufſteigungen und Abweichungen werden zugleich verändert, aber dieſe Veränderungen ſind ungleich bey ungleicher Lage der Sterne, das iſt, bey ungleichen Längen und Breiten, welches den Aſtronomen bey richtiger Beſtimmung der Sterne viele Arbeit und Mühe verurſachet.

Man glaubt, daß Ptolomäus Hipparchs Sternverzeichniß genutzet und die Lage der Sterne aus demſelben auf ſeine Zeit zurückgeführet habe, nämlich auf das Jahr 137 n. C. G. denn wir haben kein älteres als Ptolomäus Sternverzeichniß. Dies wird dadurch beſtärket, daß die Längen der Sterne ſich nicht auf Hipparchs Zeit paſſen, und daß ſie für das Jahr 137 größtentheils mit ein Grad geringerer Länge angezeichnet werden, als es ſeyn ſollte, wovon die Urſache iſt, daß Ptolomäus das Zurückweichen der Nachtgleichen nur zu 36 Sec. aufs Jahr angenommen, da es doch zu $50\frac{1}{3}$ Secunden gerechnet werden muß. Alſo hat Ptolomäus die Länge der Sterne für den Unterſcheid von 267 Jahren zwiſchen ſeiner und Hipparchs Zeit ungefähr um einen Grad zu wenig vermehret. Ptolomäi Verzeichniß enthält 1028 Sterne (a), wovon er gleichwohl einen Theil ſelbſt beobachtet haben dürfte und wovon vermuthlich vor und nach Hipparchs Zeit viele Aſtronomen jeder eine kleine Anzahl beſtimmt haben. Man muß alles dies aus den vielen und ſehr ungleichen Fehlern ſchlieſſen, welche in erwähntem Verzeichniſſe gefunden werden, die nicht alle der Unrichtigkeit der Inſtrumente, die zur Beobachtung gebraucht worden, zugeſchrieben werden können.

So bald Fehler in einem Sternverzeichniſſe bemerket werden, und man zu den Beobachtungen, woraus ihre Lage geſchloſſen worden, keinen Zugang hat, muß man gleich neue Beobachtungen anſtellen. Giebt es ältere Beobachtungen, ſo muß daraus die Lage vermittelſt der Rechnung auf die neuere Zeit zurück geführet werden. Dies haben die Aſtronomen nach Ptolomäus Zeit auszuführen geſucht. Vlugh Beigh hat auf ſolche Art ein Verzeichniß von 1014 Sternen von denen, welche Ptolomäus berechnet, herausgegeben. Tycho trauete den ältern

(a) Delalande giebt in ſeiner Aſtronomie an, p. 1771. §. 717, daß Ptolomäus 1022 Sterne aufgezählet habe, aber das Verzeichniß enthält 1028.

Beobachtungen nicht und machte ein neues Verzeichniß von 776 Sternen nach eigenen Beobachtungen. **Kepler** that noch 280 hinzu. Der Prinz **Wilhelm** von **Heſſen** fieng durch ſeine Aſtronomen **Rothmann** und **Byrg** ein anderes Verzeichniß an, welche 400 Sterne beobachteten. **Riccioli** und **Grimaldi** vermehrten das Keplerſche Verzeichniß mit 305 Sternen. **Halley** reiſete nach der Inſul St. **Helene** die Sterne in der ſüdlichen Halbkugel zu beobachten, und hat daſelbſt 373 beobachtet, die vor ſeiner Zeit nicht richtig beſtimmt waren. Hieraus und aus eigenen Beobachtungen machte **Hevel** ein ganz neues Verzeichniß von 1888 Sternen, worunter 605 ſind, welche in den vorhergehenden ganz übergangen waren.

Die angeführten Verzeichniſſe haben ihren guten Nutzen, aber man fand ſie oft fehlerhaft wegen Unzuverläßigkeit der Inſtrumente, mit welchen die Beobachtungen gemacht wurden; daher **Flamſtead** zuerſt taugliche Inſtrumente zu **Greenwich** anſchaffte, und nachher ungefähr 3000 Sterne beobachtete. Dieſes Verzeichniß erhält ſich noch heutiges Tages in groſſer Achtung, obgleich der gröſte Theil der darin aufgezählten Sterne nachher genauer beobachtet und beſtimmt worden. Es haben nämlich die nachfolgende Aſtronomen fleißig gearbeitet, Flamſteads Verzeichniß zu berichtigen und zu verbeſſern. **Monnier** hat auf 400 Sterne im Thierkreiſe beobachtet. **Delacaille** gab 1757 ein ſehr genaues Verzeichniß von 397 der merkwürdigſten Sterne in beyden Halbkugeln; aber er hatte beynahe 10000 Sterne zwiſchen dem Südpol und Wendecircul des Steinbocks beobachtet, und davon ſelbſt 1942 als die fürnehmſten ausgeſucht und nach ihren Abweichungen und graden Aufſteigungen beſtimmt. Nachher beſtimmte er aufs neue 515 Sterne im Thierkreiſe und er ſtarb unter dieſer Arbeit, die er auf 600 zu bringen vorhabens war. Vieler neuern Aſtronomen Arbeiten ſind noch nicht bekannt gemacht,

macht, aber man weiß doch, daß Bradley und Tob. Mayer viele Mühe auf Verbeſſerung des Sternverzeichniſſes gewandt haben.

§. 58.

Bey ſo fleißiger Beobachtung die Sterne aufzuzählen und zu beſtimmen, als nun im Zuſammenhange erzählet worden, haben den Aſtronomen eine Menge Merkwürdigkeiten am Himmel nicht entgehen können. Da hat es ſich gefunden, daß man nicht alle die beobachteten Sterne hat wieder finden können, welche von den vorhergehenden Aſtronomen in ihren Verzeichniſſen angeführet worden. Wenn man auch Schreibfehler annehmen wollte, wenn man auch ſetzen wollte, daß die ältern Beobachtungen fehlerhaft ſeyn könnten, ſo iſt es doch unwahrſcheinlich, daß alle Sterne, welche von Zeit zu Zeit vermiſſet ſind, mit Unrecht aufgezählet worden; ja es iſt unwiderſprechlich, daß Tycho viele Sterne beobachtet habe, die Riccioli und Grimaldi aller ihrer angewandten Mühe ungeachtet nicht wieder fanden, und welche noch jezt, wenigſtens zum Theil, am Himmel vermiſſet werden.

Es iſt eine alte Sage, daß zur Zeit des Trojaniſchen Krieges ein Stern im Siebengeſtirn oder den Plejaden verſchwunden ſey. Das Verſchwinden dieſes Sterns dürfte von einigen in Zweifel gezogen werden, indem im Siebengeſtirn ſieben und mehr Sterne gezählet werden, wenn die Luft ſehr rein und klar iſt; aber da man in vorigen Zeiten dergleichen Veränderungen nicht kannte, ſo iſt es ſchwer zu glauben, daß dieſer Gedanke erdichtet worden. Die Geſchichte meldet, daß Sterne geſehen worden, die vorher nicht ſichtbar geweſen, und daß einige wieder verſchwunden, andre dagegen beſtändig ſichtbar geblieben ſind. So berichtet Plinius, daß Hipparch einen neuen aber unbeweglichen Stern zu ſehen bekommen, und dadurch veranlaſſet worden, ein

ein Verzeichniß der Sterne für die Nachwelt zu machen. Liceti berichtet, daß zur Zeit des Kaiſers Honorius ein ſolcher Stern am Himmel erſchienen, der ein ſehr klares Licht hatte und nach 3 Wochen wieder verſchwand. Im neunten Jahrhundert ward ein ſolcher Stern im Scorpion beobachtet, deſſen Schein ungefähr dem vierten Theile des Mondlichts gleich war, aber der Stern ward nur einige Monathe geſehen. In den Jahren 945 und 1264 ſoll gleichfals ein Stern in der Caßiopea geſehen worden ſeyn, der ſich nicht beweget hat, und ſeitdem unſichtbar geweſen iſt. Tycho entdeckte den 11 Nov. 1572 in demſelben Sternbilde einen ſehr klaren Stern, deſſen ſtärkſter Schein die Venus übertraf, aber im December nahm er ab an Klarheit. Er ſchien allezeit an derſelben Stelle, aber nicht länger als bis im Märzmonath 1574, nach welcher Zeit ihn kein Menſch wieder hat entdecken können. Vielleicht iſt es derſelbe geweſen, der 945 und 1264 geſehen worden und dann dürfte er ungefähr 1880 wieder ſichtbar werden. **Kepler** fand 1604 einen andern im Schlangenträger und beobachtete ihn faſt ein ganzes Jahr. Im Walfiſche iſt ein Stern o vom **Bayer** genannt, der in einer Zeit von 334 Tagen groſſe Abwechſelungen hat. Er iſt eine Zeit unſichtbar, dann fängt er an mehr und mehr zu ſcheinen, bis er ein Stern der zwoten Gröſſe wird, nachher nimmt er wieder ab, und verſchwindet. **Hevel** hat ihn in einer Zeit von vier Jahren nicht entdecken können, er gelanget nicht allezeit zu gleichen Glanz, und ſein Schein nimmt bald geſchwinder und bald langſamer zu. Im Schwaan ſind 3 veränderliche Sterne. Einer ward 1600 von **Keplern** beobachtet; Caßini ſahe ihn 1655 als einen Stern der erſten Gröſſe; aber 10 Jahr nachher ſchien er **Heveln** kleiner zu ſeyn. In den Jahren 1677, 1682 und 1715 iſt er nur unter den Sternen der fünften Gröſſe gerechnet. Der andre Stern im Schwaan iſt 1670 bis 1672 geſehen, aber nachher nicht wieder

 gefun-

gefunden. Der dritte hat eine Periode von 405 Tagen 8 Stunden, in welcher er anwächſet, abnimmt und verſchwindet. Auſſer dem hat Jacob Caßini einen Stern bey ε im kleinen Bären vermiſſet, den Bayer in ſeinen Verzeichniſſe angeführet; ein andrer bey dem A der Andromeda war lange unſichtbar, aber kam 1695 wieder hervor. Der Stern ξ in derſelbigen Conſtellation hat abgenommen oder iſt ein Stern von geringerer Gröſſe geworden. Maraldi beobachtete gleichfals, daß das κ im Fuß des Schützen, welches Bayer unter die Sterne der erſten Gröſſe gezählet, 1671 nur von der ſechſten Gröſſe ſey. Halley rechnete es 1676 wieder zur dritten Gröſſe, aber 1692 konnte es kaum geſehen werden und 1693 und 1694 ſchien es von der vierten Gröſſe zu ſeyn. Man könnte, wenn es nöthig wäre, mehr ſolche Veränderungen anführen; aber ich will nur noch hinzuſetzen, daß wenn einige Sterne verſchwunden ſind, zuweilen andre in der Nähe wieder erſchienen ſind, die vorher unſichtbar geweſen, u. ſ. w.

Um die angeführten Merkwürdigkeiten zu erklären behaupten einige Aſtronomen, daß die Fixſterne, welche Sonnen ſind, ſich um ihre Axe drehen, aber eine unebene Oberfläche haben, die nach verſchiedenen Richtungen ungleich klar ſcheinet. Dies iſt ſo viel wahrſcheinlicher, da wir finden, daß unſre Sonne ſich um eine Axe beweget, und daß ſie meiſtentheils viele Flecken hat, welche ganz ſchwarz ausſehen oder die nicht den mindeſten Schein von ſich werfen. Wir haben beobachtet, daß ſolche Flecken zuweilen lange dauren und ſich auf viele Jahre erſtrecken; einige ſind unſichtbar geworden, aber ſie ſind wieder entſtanden; man berichtet auch, daß ihre Anzahl einmahl ſo groß geweſen, daß der gewöhnliche Schein der Sonne bleich geſchienen. Im Frühling 1766 waren ſie ſo viel und groß, daß ihre Oberflächen wenigſtens den dreyßigſten Theil der ganzen Sonnenſcheibe ausmachten.

Dies

Dies kann auch auf den Oberflächen der Fixſterne geſchehen, und die Flecken können darauf beſtändiger und noch gröſſer ſeyn, als diejenigen, welche auf unſrer Sonne gefunden werden. Dieſer Gedanke ſcheinet mir weit wahrſcheinlicher, als was einige glauben, daß nämlich die Sonnen brennende Meere ſind, deren Materie mit der Zeit wegdunſtet, ſo daß ſie ganz verſchwinden, welche ſich aber zuweilen neue Nahrung und Schein dadurch erwerben können, daß Planeten ſich in ihnen hineinſtürzen. Man muß dann dafür halten, daß die Planeten eigentlich zum Unterhalt ihrer Sonnen erſchaffen worden, daß ſie zuerſt Licht und Wärme von ihnen genieſſen, daß aber nach und nach ihre Kreiſe kleiner werden, um ſich den Sonnen zu nähern, bis ſie einmahl ſo weit kommen, verbrannt zu werden. Ein ſolcher Zerſtöhrungsgedanke ſcheinet doch der Dauerhaftigkeit unſers Planetenſyſtems nicht gemäß zu ſeyn; denn der Comet von 1680 lief ſehr nahe an die Sonne. Es kann auch dieſes Syſtem durch keine einzige Beobachtung wahrſcheinlich gemacht werden; denn ob man gleich behauptet, daß der Widerſtand des feinen Ethers, darin die Planeten ſich bewegen, ihre Bahnen verkleinern ſoll, ſo iſt doch noch kein Grund da, anzunehmen, daß ſolcher Widerſtand und Verkleinerung der Bahnen durch Beobachtungen entdeckt worden. Wenn aber auch der Widerſtand des Ethers bey den Planeten zugegeben werden könnte, ſo folget doch daraus noch nicht, daß ihre Kreiſe zuſammengedränget oder verkleinert werden müſten; denn da man vorgiebt, daß die Sonnen brennen, ausdünſten und kleiner werden, ſo muß ihre anziehende Kraft gegen die Planeten abnehmen, und die Bahnen der Planeten müſſen dadurch erweitert werden, daher iſt es eben ſo wahrſcheinlich, daß ſie ihre Sonnen nie erreichen. Uebrigens iſt es nicht ſehr begreiflich, daß die Sonnenmaterie verrauchen ſollte; denn wenn der dichte Sonnencörper würklich brennete, ſo würde die die Sonne umge-

bende

bende Luft unendlich ausgedehnet und dadurch untauglich werden, die in Rauch aufſteigende Dünſte wegzuführen. Ja wenn die Planeten von ihren Sonnen aufgebrannt werden müſſen, ſo kann man fragen, wozu die Sonne nutzen ſoll, wenn ſie nun alle ihre Planeten in ſich hat? Man ſiehet hieraus, wie weit die Einbildung der Menſchen ſich in ihren Gedanken verliehren kann, und man dürfte hier den Kitzel wieder kennen, der gerne groſſe Revolutionen vorſtellen und ſich mit Erdichtung eines allgemeinen Unterganges oder Zerſtöhrung des gröſten Werks beluſtigen will (Vergl. §. 35.)

Das ſcheinbare periodiſche Verſchwinden und Anzünden oder neues Hervorleuchten der Fixſterne kann ſich zuweilen dadurch zutragen, daß die Planeten, mit welchen ſie umgeben ſind, zwiſchen der Erde und den Fixſtern ſtehen, ſo daß er auf einer gewiſſen Zeit nicht geſehen werden kann, bis ſie vor ihm weggekommen. Ihr Licht kann auch durch groſſe und dunkle Cörper uns entzogen werden, welche in dem groſſen Weltraum ſo gut möglich ſind, als die Fixſterne; dieſe dunkeln Cörper können ſich entweder vor den Fixſternen bewegen, oder die Fixſterne können auch hinter dieſe Cörper durch ihre eigene Bewegung treten. Die Fixſterne können auch noch auf mehrere Arten verſchwinden und wieder erſcheinen. Wir ſehen daß Saturns Ring flach iſt, und daß er unſichtbar iſt, wenn wir ihn auf der dünnen Seite ſehen müſſen, oder wenn wir in der Ebene des Ringes ſtehen. Wenn es alſo ſehr flache Fixſterne giebt, die ſich um ihre Axe oder den kürzeſten Durchmeſſer drehen, ſo daß ſie zuweilen die dünnſte Seite gegen die Beobachter auf der Erde richten, ſo muß ihr Licht abnehmen und verſchwinden, wenn die Ebene ihres Aequators ſich gegen die Erde wendet. Man muß auch merken, daß wenn viele Sterne in einer Gegend ſtehen, es geſchehen könne, daß ein gröſſerer oder hellerer Stern oft merklich den Schein der Schwächern

chern vermindert, aber daß ſie ſogleich wieder erſcheinen, wenn die helleſten bedeckt werden oder ſonſt an ihrem Glanz verlihren.

Es iſt nun noch übrig unter den Fixſternen der Milchſtraſſe zu erwähnen, welche ſich über den ganzen Himmel erſtreckt und ihn beynahe in zwo Halbkugeln theilet. Sie ſiehet wie eine dünne Wolke aus, die ſich über viele Conſtellationen verbreitet, und von welcher man den ſchwachen Schein bemerken, aber ihre Gränzen nicht wohl zeichnen kann. Bey einigen Conſtellationen ſcheinet die Milchſtraſſe ſich in Zweige zu zertheilen. An andern Stellen weit von ihr oder nahe bey ihr ſiehet man ähnliche gleichſam abgeriſſene Stücke, die grade ſo, wie die Milchſtraſſe, ausſehen. In andern Gegenden der himmliſchen Kugel ſiehet man einen oder mehrere Sterne mit einem ſchwachen Lichte umgeben, welche neblichte Sterne genannt werden. Sie ſehen, zuweilen den bloſſen Augen, zuweilen nur durch Sehröhre, wie kleine dünne Wölklein aus. Die groſſe und kleine Wolke auf der ſüdlichen Halbkugel ſind von dieſer Art und erſcheinen den bloſſen Augen wie eine Wolke oder Nebel. Zu den neblichten Sternen rechnet man auch einen Stern in der Andromeda, von welchem Bullialdus und Kirch glauben, daß er zuweilen verſchwindet. In Orions Schwerdt iſt ein anderer ſehr merkwürdiger neblichter Stern, man zeichnet ſeine Figur mit den Sternen, die in dieſer kleinen Wolke von ungefähr ſechs Minuten ſitzen. Es ſind noch mehr neblichte Sterne bemerkt worden, nämlich zween im Schützen, einer im Antinous, einer zwiſchen dem Procyon und Sirius, einer im Centaur, einer im Hercules, drey in der Caßiopea, einer im Krebs; Auſſerdem 42 auf der ſüdlichen Halbkugel, welche Delacaille aufgezählet hat. Unter ihnen ſind einige die nicht anders als durch Sehröhre geſehen werden können, daher dürfte bey genauerer Nachſuchung die Anzahl der neblichten Sterne noch mehr vergröſſert werden. Von einigen dieſer neblichten Sterne

findet man, daß ſie aus einer Schaar kleiner Sterne beſtehen, die in einem kleinen Nebel eingeſchloſſen ſind; einige beſtehen aus ſolchem kleinen Nebel, ohne daß ſich Sterne dabey finden, und wiederum andre ſind nichts, als ein Haufen kleiner Sterne, die wegen ihres ſchwachen Scheins, wie ein Nebel, ausſehen. Eben ſo unterſchieden ſiehet die Milchſtraſſe an verſchiedenen Stellen aus, ſo daß die neblichten Sterne ſo angeſehen werden können, als wenn ſie zur Milchſtraſſe gehöreten. Aber dies neblichte Ausſehen der Milchſtraſſe und bey vielen andern Sternen iſt etwas ganz beſonderes. Denn ob ſelbiges gleich zuweilen von dem ſchwachen Schein vieler Sterne hergeleitet werden kann, wenn ſelbige nahe beyſammen ſtehen, ſo läſſet ſich doch dieſe Erklärung nicht überall anwenden, ſondern man iſt genöthiget zuzugeben, daß die Milchſtraſſe und alle neblichte Sterne, von welchen man nicht findet, daß ſie aus lauter kleinen Sternen beſtehen, die gleichſam in Haufen beyſammen ſitzen, in Sammlungen einer leuchtenden Materie beſtehen, welche an dieſen Gegenden in dem Weltraum ausgebreitet iſt. Ein Gedanke, der doch mehr eine Vermuthung iſt, als für bewieſen zu achten iſt, denn in einem ſo erſtaunlichen Abſtande kann man ſich mit ſeinem Urtheile nicht anders forthelfen.

§. 59.

Es iſt ſchon §. 57 angeführet, daß Hipparch das Vorrücken der Nachtgleichen entdeckt habe, hier dürfen wir nun die Urſachen dieſer Erſcheinung nicht unberührt laſſen. Wenn wir uns die Bewegung der Erde um ihre Axe vorſtellen, ſo können wir jedes Theilchen der Erde als einen Cörper anſehen, der in einem kleinen Kreiſe läuft, deſſen Ebene der Ebene des Aequators parallel iſt, und wir können ſo wohl die Würkung der Sonne als des Mondes auf dieſen Kreis betrachten, auf eben die Art,

wie

wie ſolches bey den Abweichungen des Mondes erklärt worden. Hieraus kann man ſich einen Begriff von dem Fortrücken der Nachtgleichen machen, welches dem Zurückgehen der Knoten entſpricht und zugleich zu der Veränderung in der Neigung der Ebenen dieſer Kreiſe führet §. 46, welche von den Aſtronomen das Schwanken der Erdaxe genannt zu werden pfleget. Aber hiebey kommt die Mannigfaltigkeit dieſer Theilchen und der Zuſammenhang derſelben untereinander in Betrachtung. Das erſtere macht dieſe Sache dunkel, und das leztere, welches aus der Figur der Erde ſelbſt herflieſſet, indem alle Theilchen gegen einander ſchweren, muß näher erwogen werden, um auszufinden, wie weit ein auswärtsliegender Cörper auf einen andern ſeine Würkung zur Hervorbringung einer ſolchen Erſcheinung ausüben könne.

Es ſey (Fig. 60) AGBH die Erde und D ein Theilchen auf oder innerhalb ihrer Oberfläche, die Sonne oder der Mond ſey in S und würke auf D, man ziehe von S nach den Mittelpunct der Erde C eine grade Linie, ziehe ACB ſenkrecht auf SC und zeichne das Parallelogramm SCDE. Die Würkung der Sonne auf C heiſſe S, ſo iſt nach dem Geſetz der Schwere die Kraft der Sonne auf $D = \frac{S.SC^2}{SD^2}$ nach der Richtung DS. Aber eben dieſe Kraft iſt nach der Richtung $DE = \frac{S.SC^3}{SD^3}$, von welcher S abgezogen werden muß, um den Unterſchied der Kraft der Sonne oder des Mondes auf C und D zu finden, wovon alle Veränderung herrühret. Dieſer Unterſcheid iſt alſo $\frac{S.SC^3}{SD^3} - S = \frac{S}{SD^3}(SC^3 - SD^3)$, und würket von D nach E, wenn $SD < SC$ iſt; aber nach entgegengeſetzter Rich-

Richtung, wenn $SC < SD$ iſt. Nun iſt $SC^3 - SD^3 = (SC - SD) \times (SC^2 + SC.SD + SD^2)$, und wenn man mit einer Annäherung zufrieden iſt, kann man DF ſtat $SC - SD$ annehmen, und $3SD^2$ ſtat $SC^2 + SC.SD + SD^2$. Daraus erhält man für dieſen Unterſcheid $\frac{3.S.DF}{DS}$ oder $\frac{3.S.DF}{SC}$, welches beynahe einerley iſt, und dies wäre die Kraft der Sonne oder des Mondes, welche das Theilchen D aus der Ebene SDC zu rücken ſucht und dadurch die Erde um einen Durchmeſſer drehet, der auf dieſe Ebene ſenkrecht ſtehet. Dieſe Kraft wächſet, je weiter D von C entfernet iſt, oder wenn DF zunimmt; und ihre Stärke äuſſert ſich in dem Verhältniſſe des Abſtandes CF, ſo daß die Umdrehungskraft durch $\frac{3S.DF.CF}{SC}$ ausgedruckt werden muß, das iſt, ſie verhält ſich, wie DF.CF, wenn der Abſtand SC und die Kraft S gegeben ſind. Man darf nicht beſorgen, daß dieſe Annäherung unzureichend ſey, denn die Würkungen ſind ſo geringe, daß die vereinigten Kräfte der Sonne und des Mondes nicht mehr als $50\frac{1}{3}$ Secunden in dem Fortrücken der Nachtgleichen hervorbringen.

Um dieſe Unterſuchung fortzuſetzen, müſſen wir uns erinnern, daß die Erde eine elliptiſche Figur habe, und die Würkung der nun beſchriebenen Kraft auf eine Ellipſoide ſuchen. Um deswillen muß man durch die Sonne oder Mond Ebenen legen, welche die Erde mit der Axe parallel ſchneiden, und man muß wiſſen, daß dieſe Schnitte Ellipſen ſind. Es ſey alſo (Fig. 61) ADFB ein ſolcher Schnitt; und der Durchmeſſer AB und die Linie DF auf den Abſtand der Sonne vom Mittelpunct der Erde

SC

SC ſenkrecht. Wenn nun DF die Linie SC in H ſchneidet und man $\frac{3S}{SC} = a$ annimmt, ſo drückt a.CH.GH die Kraft der Sonne auf das Erdtheilchen in G aus. Es ſey Fg = HG, ſo iſt a.CH.Hg dieſe Kraft auf g und alſo a.CH.HF gleich der Summe dieſer Kräfte auf beide Theilchen G und g. Daher wird $\frac{1}{2}$a.CH.HF² die Würkung der Sonne auf alle Theilchen zwiſchen H und F. Auf gleiche Art iſt $\frac{1}{2}$a.CH.DH² der Würkung der Sonne auf die Theilchen zwiſchen H und D gleich. Die erſtere Würkung drehet die Ellipſe ADFB von B nach F und die leztere von A nach D, alſo würken dieſe Kräfte einander entgegen, und ihr Unterſcheid oder $\frac{1}{2}$a.CH.(DH² − FH²) zeiget die Stärke derjenigen von dieſen Kräften, welche das Uebergewicht hat, nämlich in der Figur, diejenige nach der Richtung von A nach D. Hieraus erhellet, daß die Kraft der Sonne oder des Mondes keine Würkung habe, wenn DH = FH iſt, welches ſtat findet, wenn die Sonne oder der Mond im Aequator ſtehet, und gleicherweiſe, wenn die Ellipſe in eine Kreislinie verwandelt wird, das iſt, wenn die Figur der Erde vollkommen kugelförmig und nicht ellipſoidiſch wäre. Alſo verſchwindet die beſchriebene Kraft der Sonne oder des Mondes und zugleich das daher rührende Fortgehen der Nachtgleichen, wenn Sonne und Mond im Aequator ſtehen, und es findet ſelbiges auch nicht ſtat, wenn die Erde kugelförmig wäre.

So bald wir ſehen, daß die Sonne oder der Mond eine Umdrehung auf der Erdellipſoide hervorbringet und zugleich die Bewegung der Erdtheile um die Axe derſelben in Erwägung ziehen, ſo iſt es leicht, aus einer Vergleichung des §. 39. und §. 46. die Veränderung des Erdaequators oder die Bewegung der Linie der Nachtgleiche auf der Eccliptik zu finden, welche das Fortrücken der Nachtgleichen genannt wird. Es iſt auch klar, daß dies

Fortrücken, welches ſowohl von der Sonne als dem Monde entſpringet, nicht beſtändig einerley oder gleichförmig iſt, und daß daher beſonders durch die groſſe Veränderung des Mondes in der Abweichung eine Ungleichheit in der Neigung des Aequators gegen die Ecclíptik entſtehen werde, welche allgemein unter dem Nahmen der Schwankung der Erdachſe bekannt iſt. Hier müſſen wir gleichwohl bekennen, daß dieſe Materie vielen Tieſſinn erfordere, ſo daß die größten Geometer alle ihre Stärke darauf angewandt haben, und doch nicht ſo weit gekommen ſind, dabey alles in Reine zu bringen.

Wegen der beſchriebenen Bewegung des Erdaequators oder des Fortrückens der Nachtgleichen und der Schwankung der Erdaxe müſſen wir eine Veränderung in der Länge der Sterne aber nicht in ihrer Breite beobachten. Denn der Anfang der Längen rückt weiter fort, aber die Ebene der Eccliptik iſt unveränderlich. Die grade Aufſteigungen und Abweichungen der Sterne werden zugleich ſowohl durch das Fortrücken der Nachtgleichen als das Schwanken der Erdaxe verändert, ſo daß die Aſtronomen Schwürigkeit genug haben, den rechten Ort und Stelle der Sterne auszumachen.

Aber mit dem bisher angeführten iſt die Veränderung in der ſcheinbaren Lage der Sterne noch nicht ganz erſchöpfet. Es giebt noch mehr Veränderungen, die zum Theil von den Aſtronomen noch nicht erforſcht ſind. Sie haben bey einigen Sternen gefunden, daß ihre Breiten verrückt werden oder nicht beſtändig zu ſeyn ſcheinen. Dies kann von einer Veränderung herrühren, welche, wie wir wiſſen, die Ebene der Eccliptik unterworfen ſeyn muß, aber die noch nicht aufs genaueſte ausgerechnet iſt; oder daher, daß die Erdbahn mit unſerm ganzen Planetenſyſtem nach einer gewiſſen Richtung fortgehet; oder auch von einer würklichen Bewegung ſolcher Firſterne. Es wird noch faſt mit jedem Sterne

ne eine langwierige und fleißige Arbeit dazu erfordert, hievon eine vollſtändige Känntniß zu erlangen.

Zur ſcheinbaren Bewegung der Firſterne gehöret auch die ſogenannte Aberration derſelben, welche ihrer groſſen Merkwürdigkeit wegen nothwendig beſchrieben werden muß und bey Berechnung derſelben nicht auſſer Acht gelaſſen werden darf. Sie entſtehet aus der Geſchwindigkeit, mit welcher das Licht fortgehet, auf folgende Art: Es ſey (Fig. 62) ABC ein Theil der Erdbahn und die Erde gehe in einer gewiſſen Zeit von A nach B; ein Stern ſchicke ſein Licht in der Richtung SB zur Erde, und der Strahl ſey in S, wenn die Erde in A iſt, und lange mit der Erde in einerley Zeitpunct in B an, ſo muß der Stern nicht nach der Richtung BS, ſondern in BT erſcheinen, welche mit AS parallel iſt, denn wenn man ſich eine hole Röhre oder Tuben vorſtellet, der ſich von A nach AS erſtrecket und mit der Erde fortgehet, ſo muß das Lichttheilchen, welches bey S in die Röhre fällt, bey Bewegung der Röhre in derſelben bleiben, und bey B nach der Richtung BT oder der Richtung des Tuben anzukommen ſcheinen. Alſo kann man den Stern nicht nach der Richtung BS, welcher der wahre Weg des Lichts iſt, ſehen, ſondern der ſcheinbare Ort des Sterns weicht um den Winkel SBT, welcher ſeine Aberration ausmacht, davon ab, und dieſe muß allezeit nach der Richtung genommen werden, nach welcher ſich die Erde beweget. Hieraus folget, daß der ſcheinbare Ort eines jeden Sterns während des Umlaufs der Erde veränderlich ſey, und daß der Stern in der Zeit von einem Jahre ſich in einem Kreiſe um ſeinen wahren Ort zu bewegen ſcheine.

Eine ſolche ſcheinbare Bewegung der Sterne in einem Kreiſe um ihren wahren Ort ändert die Länge derſelben oder ihre Breite oder beydes zugleich, welches man leicht findet, wenn man den Winkel SBT nach der Richtung der Erde am Himmel aufträgt,

und

und es iſt nöthig, darauf Rechnung zu machen, wenn man den wahren Ort der Sterne wiſſen will. Dieſe Aberration wird höchſtens zu 20 Sec. gerechnet, wenn nämlich SAB ein rechter Winkel iſt. In andern Fällen iſt BS : AB = ſin SAB ſin ASB = rad : ſin 20″; und daher muß die Aberration geringer werden, wenn der Winkel BAS abnimmt; denn es iſt BS : AB, wie die Geſchwindigkeit des Lichts zur Geſchwindigkeit der Erde, und dies Verhältniß bleibt ſehr genau einerley, oder iſt beſtändig, indem die Ungleichheiten in Bewegung der Erde gegen die Geſchwindigkeit des Lichts nicht in Betrachtung kommen können.

Die Aberration der Sterne iſt der unumſtößlichſte Beweis von der Bewegung der Erde um die Sonne. Denn ſeitdem man die endliche Geſchwindigkeit des Lichts aus andern Erſcheinungen erkannt hat, und man dieſelbe mit der Geſchwindigkeit der Erde in ihrer Bahn verglichen hat, iſt man im Stande geweſen die Aberration eines jeden Sterns während eines ganzen Umlaufs zu berechnen, und dadurch zu finden, wie weit die Beobachtungen mit der Rechnung übereinkommen. Wenn daher dieſe Vergleichung an dem ganzen Sterngewölbe eintrifft, ſo iſt unſtreitig, daß die Gründe, welche dazu angenommen ſind, ihre Richtigkeit haben, und daß daher die Bewegung der Erde um die Sonne eben ſo gewiß iſt, als die fortgehende Bewegung des Lichts. Es würde nämlich die Aberration der Sterne unmöglich ſtat finden, wenn die Erde unbeweglich wäre, oder man würde die genaueſten hiezu gemachten Beobachtungen verwerfen müſſen, wenn man behaupten wollte, daß die Erde ſtille ſtehe.

§. 60.

Es ſind noch mehr Merkwürdigkeiten der himmliſchen Sphäre zu betrachten übrig, und wir wollen jezt beſchreiben, wie verſchieden

ſchieden dieſelbe an verſchiedenen Orten der Erdoberfläche ausſie-het. Es theilet nämlich die Ebene des Horizonts das ganze Sterngewölbe in zwo Halbkugeln, deren eine ſichtbar, die andre unſichtbar iſt. Dieſe Ebene muß man bey Betrachtung des Sternhimmels in Beziehung auf einen gewiſſen Ort wohl merken, oder welches einerley iſt, man muß die ſcheinbare Lage der himmliſchen Sphäre gegen dieſe Ebene aufs genaueſte erforſchen.

Es ſtelle HO (Fig. 63) den Horizont vor, für einen Ort der Erde; HZPOpH ſey der Meridian deſſelben, und Pp die Axe der Himmelsſphäre, welche mit der Ebene des Horizonts den Winkel PCO macht. Dieſer Winkel heiſſet die **Polhöhe** und auf denſelben beruhet die Lage der Himmelsſphäre, denn ſie ſcheinet ſich um die Axe Pp zu drehen. Es ſey ZCN ſenkrecht auf den Horizont, ſo ſind Z und N die Pole des Horizonts und ſeiner Parallelkreiſe; das Punct Z in der ſichtbaren Halbkugel heiſſet **Zenith** oder **Scheitelpunct**; das Punct N hat den Nahmen **Nadir**. PZ iſt der Abſtand des Pols vom Zenith, und wenn ÆQ den Aequator vorſtellet, ſo daß ÆH die Höhe des Aequators iſt, ſo iſt ÆH = PZ. Denn PÆ und ZH ſind Quadranten von groſſen Circuln der himmliſchen Sphäre und alſo unter ſich gleich, wenn alſo ZÆ von beyden weggenommen wird, müſſen die übrigbleibende PZ und HÆ gleich groß ſeyn. Auf gleiche Art wird bewieſen, daß PO = ZÆ ſey, das iſt, daß die Polhöhe dem Abſtande des Zeniths vom Aequator gleich ſey. Dieſer Abſtand ZÆ oder der Winkel ZCÆ iſt nichts anders, als die Breite des Orts, deſſen Horizont HO iſt. Denn es ſey nπhez die Erdkugel und ZN ſchneide die Erdoberfläche in Z, ſo muß HO der Horizont des Puncts z auf der Erde ſeyn, eq der Schnitt der Ebene ÆQ und der Erdoberfläche iſt der Erdaequator und der Bogen ze oder der Winkel zCe, welcher mit ZCÆ gleich iſt, iſt die Breite von z. Hieraus ſehen wir, daß

alle diejenigen, welche in einem und eben demſelben Parallel auf der Erde wohnen, gleiche Polhöhe haben, und daß ihre Horizonte gleiche Lage gegen die Axe der himmliſchen Sphäre haben, ſo daß dieſelbe in einerley Parallelkreiſe überall auf einerley Art ausſiehet.

Wenn (Fig. 64) eine Ebene die himmliſche Sphäre ſchneidet und durch ZN gehet, welches die Pole des Horizonts HO ſind, ſo heiſſet dieſelbe die Verticalebene §. 1. und der Kreis, welcher dadurch an der Oberfläche der Sphäre entſtehet, heiſſet Verticalkreis oder Azimuthalkreis. Der Winkel HZB, den dieſe Ebene mit dem Meridian macht, heiſſet Azimuth, und wenn ein Stern in X in der Verticalebene ZXB liegt, ſo iſt auch HZB oder der Bogen HB das Azimuth des Sterns, aber BX heiſſet ſeine Höhe und ZX ſein Abſtand vom Zenieth. Hiedurch kann der Globus auf eine neue Art nach dem Horizont eines Orts abgetheilet werden; aber dieſe Eintheilung wird nicht auf den Globen bewerkſtelliget, ſondern nur auf den Planiſphären, die für eine gewiſſe Breite gemacht werden. An deren Stelle erhält man allezeit bey den Globen einen Höhequadranten und die Stative der Globen haben eine ſolche Einrichtung, daß ſie vermittelſt des meßingenen Meridians, darin ſie hängen, in dieſelbe Neigung der Axe des Globus gegen den hölzernen Horizont gebracht werden können, welche die Axe der himmliſchen Sphäre in der Breite eines gegebenen Orts gegen den Horizont hat; hiezu dienet die Gradeintheilung auf den meßingenen Meridian. Wenn der Globus auf ſolche Art geſtellt iſt, ſo wird der Höhequadrant darauf 90 Grade vom Horizont oder um die Breite des Orts vom Aequator (das iſt vom Nullpunct des Meridians) befeſtiget. Dieſer Punct zeiget am Himmelsgloben das Zenith des Orts, oder was für Sterne bey der Umdrehung der himmliſchen Sphäre, durch ſolches Zenith zu gehen ſcheinen. Durch den

Höhe-

Höhequadranten findet man die Höhe eines jeden beliebigen Sterns für jede gegebene Lage der himmliſchen Sphäre, wie in dem folgenden näher gezeiget werden wird. Es ſey KXL ein Parallel des Aequators, der durch den Stern X gehet, und welchen der Stern bey ſeiner täglichen Bewegung durchläuft. Die Ebene dieſes Parallels ſchneidet den Horizont, und lieget zum Theil unter dem Horizont; daraus folget, daß der Stern in einem Theile ſeiner Umlaufszeit unſichtbar ſeyn wird, und nachdem er unſichtbar geweſen, wird er anfangen über den Horizont heraufzuſteigen, ſich erheben, nachher ſinken und niedriger werden, und dann wieder unter den Horizont gehen und verſchwinden. Wenn wiederum Oo ein Parallel des Aequators iſt, ſo werden die Sterne in ſolchem Parallel nicht unter den Horizont gehen, ſondern ihn blos berühren, und alle Sterne zwiſchen dem Pol P und dem Parallel Oo kommen nie bis zum Horizont. Umgekehrt kommen die Sterne in dem Parallel Hh nie über den Horizont und bleiben alſo bey der täglichen Umdrehung der himmliſchen Sphäre unſichtbar zuſammt allen Sternen, die zwiſchen dem Pol p und dem Parallel Hh liegen. Hieher gehöret noch, daß alle Sterne, welche eben ſo weit vom Pol abſtehen als das Zenith, in der täglichen Bewegung durch dies Punct gehen, denn ſie müſſen den Parallel ZY beſchreiben. Die Abweichung dieſer Sterne iſt der Breite des Orts gleich.

Die Sterne, welche über den Horizont herauf kommen, oder welche allezeit über den Horizont ſtehen, verändern bey ihrem ſcheinbaren Umlaufe ihre Höhe. Erſtere erheben ſich immer mehr und mehr, bis ſie den Meridian erreichen, dann ſenken ſie ſich in umgekehrter Ordnung ihrer Erhebung. Diejenigen aber, die beſtändig über den Horizont ſtehen, ſind am niedrigſten, wenn man ſie unter dem Pol P in dem Meridian ZPO findet; allmählich ſteigen ſie höher oder ihr Abſtand vom Zenith wird gerin-

ger, bis ſie wieder zum Meridian kommen, woſelbſt ihre Höhe am gröſten und ihr Abſtand vom Zenith am geringſten iſt. Dies wird in der Lehre von der Sphäre auf viele Art bewieſen. Es ſey (Fig. 65) KGLD ein Kreis, deſſen Mittelpunct E iſt, und von Z, auſſerhalb der Ebene des Kreiſes, ſey auf dieſe Ebene eine ſenkrechte Linie ZA gezogen, aber A liege auſſer dem Mittelpuncte; man ziehe KAEL, ſo iſt KA die kleinſte von allen Linien, die von A nach der Peripherie gezogen werden können; wenn der Bogen KG gröſſer wird, ſo wird auch AG gröſſer, und wenn KD, Kd an beyden Seiten gleich groß ſind, ſo iſt auch $AD = Ad$; und die Linie AL iſt unter allen die längſte. (Eucl. B. 3. S. 7). Man ziehe ZK, ZG, ZD, Zd, ZL, ſo wird ZK die kleinſte aller Linien ſeyn, die von Z nach der Peripherie gezogen werden können und ZL die gröſte; von den übrigen wird $ZD = Zd$ und $ZD > ZG$ ſeyn. Denn es iſt $ZK^2 = ZA^2 + AK^2$; $ZG^2 = ZA^2 + AG^2$; $ZD^2 = ZA^2 + AD^2$; $Zd^2 = ZA^2 + Ad^2$; $ZL^2 = ZA^2 + AL^2$ u. ſ. f. alſo muß ſich die Gröſſe der Quadrate von ZK, ZG, ZD, Zd, ZL u. ſ. f. nach der Gröſſe der Quadrate von AK, AG, AD, Ad, AL u. ſ. f. richten, weil ZA^2 allen Gleichungen gemein iſt, und alſo wird die Gröſſe der Linien ZK, ZG, ZD, Zd, ZL u. ſ. w. der Ordnung der Linien AK, AG, AD, Ad, AL u. ſ. w. folgen. Wenn das Punct A auſſer dem Kreiſe liegt, ſo wird ſolches eben ſo bewieſen. (Vergl. Eucl. B. 3 S. 8.) Wenn man dies auf die himmliſche Sphäre anwendet, ſo daß (Fig. 66) PZHNO ein Meridian, Pp die Axe, KGDLd ein Parallel des Aequators ÆQ iſt, ſo muß die Linie ZK, welche in dem Meridian vom Zenith Z nach dem Parallel gezogen wird, die kürzeſte ſeyn, und die übrigen nach der vorher beſchriebenen Ordnung länger werden. Wenn aber durch G, D, d, Verticalkreiſe gezogen werden, ſo wie durch K und L

der

der Meridian gehet, ſo müſſen die Bogen gröſſer ſeyn, deren Sehnen gröſſer ſind, und daraus folget, daß jeder Stern dem Zenith am nächſten iſt oder am höchſten über den Horizont, wenn er im Meridian und mit dem Zenith an einerley Seite des Pols lieget; daß der Stern an beyden Seiten des Meridians gleich hoch ſtehe, wenn die Bogen des Parallels vom Meridian an gleich groß ſind; und daß ein Stern am weitſten vom Zenith entfernet ſey, wenn er im Meridian an der vom Zenith entgegengeſetzten Seite des Pols ſtehet, in welchem Fall er auch unter dem Horizont liegen kann, wenn die Abweichung des Sterns LQ kleiner als OQ oder ÆH iſt, welches die Neigung der Axe gegen den Horizont miſſet. Man wird auf eine faſt gleiche Art beweiſen können, daß die Höhen eines Sterns an beyden Seiten des Meridians gleich ſind, wenn ſeine Azimuthe an beyden Seiten gleich ſind, und umgekehrt, daß ſeine Azimuthe an beyden Seiten gleich ſind, wenn ſeine Höhen gleich ſind. Aber es würde zu weitläuftig ſeyn, hier die ganze ſphäriſche Aſtronomie auszuführen, wir müſſen uns an demjenigen genügen, was die Käntniß der Erdkugel zunächſt angehet.

Die Ebenen der ſo genannten Azimuthalkreiſe ſchneiden alle den Horizont und dienen die Windſtriche anzuzeigen (vergl. §. 13.) zu dem Ende nennet man den Durchſchnitt des Meridians und Horizonts die Mittagslinie, und wenn P (Fig. 67) der Nordpol iſt, ſo heiſſet N Norden, und S Süden. Hieraus begreift man, daß in der nordlichen Halbkugel der Erde die Sterne, welche nach Süden, oder auch zwiſchen dem Zenith und dem Nordpol liegen, da dem Zenith am nächſten ſind; aber am weitſten davon entfernet, wenn ſie unter dem Nordpol ſtehen. Um die übrigen Windſtriche zu finden, muß man merken, daß die Ebenen des Aequators ÆQ und des Horizonts SCN auf die Mittagsebene ſenkrecht ſind, und daß daher die Durchſchnittslinie des

Aequators und Horizonts auf die Mittagslinie SN ſenkrecht ſey; dadurch erhält man Oſten und Weſten und hiernach die übrigen Windſtriche, wie §. 13. gezeiget worden. Wenn man die Lage der Sterne nach den Windſtrichen angiebt, ſo verſtehet man dadurch diejenigen, welche die Richtung der Azimuthalebene auf dem Horizont anzeiget. Dieſe Windſtriche findet man auf den Horizonten aller Globen bemerkt, und vermittelſt des Höhequadranten, der um das Zenith gedrehet wird, und auf dem Himmelsglobus bewegt wird, kann man jedes Sterns Höhe und Windſtrich für eine gegebene Zeit finden, nur muß der Globus für ſolchen Zeitpunct geſtellt ſeyn, welches im neunten Capitel gezeiget werden ſoll.

§. 61.

Im vorhergehenden iſt von den Erſcheinungen geredet, die bey ſolchen Sternen vorkommen, welche bey ihrer täglichen Bewegung einen Parallelkreis des Aequators beſchreiben; aber dies kann nicht ohne Einſchränkung auf die Sonne angewandt werden: Denn ſie ſcheinet ſich in der Eccliptik zu bewegen und ändert ihren Parallel, welches nun erkläret werden ſoll. Es ſey (Fig. 68) Pp die Axe der himmliſchen Sphäre und $\Pi\pi$ die Axe der Eccliptik und der Circul PΠÆpQ ſtelle die ganze Sphäre vor. Es ſey Æ♈Q♎ der Aequator und L♈E♎ die Eccliptik, welche in den Puncten der Nachtgleiche ♈ und ♎ einander in zwey gleiche Theile theilen. PF ſey parallel mit $\Pi\pi$, ſo iſt PE der kleinſte Abſtand der Sonne von P, und PL der größte; und wenn die Bogen EG und Eg gleich groß ſind, ſo wird der Abſtand der Sonne in G, g von P gleich ſeyn. Wenn pf ebenfals mit $\Pi\pi$ parallel iſt, ſo ſiehet man deutlich, daß die Sonne gleichen Abſtand vom Aequator habe, wenn ſie an beyden Seiten von einem Puncte der Nachtgleiche gleich weit abſtehet. Alſo

wird

wird die Sonne in ihrer Bewegung von ♈ nach E oder von der erſten Nachtgleiche bis zum nächſten Sonnenſtillſtand in ihrer nordlichen Abweichung wachſen, von E nach ♎ nimmt dieſe Abweichung in umgekehrter Ordnung wieder ab; von ♎ nach L wächſet ihre ſüdliche Abweichung an, und von dem zweeten Sonnenſtillſtande L nach ♈ nimmt eben dieſe Abweichung wieder ab. Bey dieſer Bewegung der Sonne muß ſie alſo ihren Parallel an der himmliſchen Sphäre ändern und muß bey der täglichen Umdrehung des Sterngewölbes eine Art von Spiralbewegung haben. Die zunehmende und abnehmende Abweichung der Sonne hat den Nahmen des Sonnenſtillſtandes veranlaſſet, wenn ſie nämlich ihre gröſte Abweichung erreichet hat und dieſelbe in einigen Tagen nicht merklich ändert. Es muß alſo derſelbe einfallen, wenn die Sonne in E oder L iſt.

Es iſt nicht genug, daß wir blos die Abweichungen der Sonne vom Aequator betrachten, ſondern wir müſſen zugleich erwägen, daß die Wärme der Sonne in der Witterung Veränderungen auf der Erdkugel in jedem Jahrgange hervorbringe, und daß davon das Jahr in vier Theile, welche **Jahrszeiten** genannt werden, abgetheilet werde. Die Abwechſelung derſelben in jedem Parallel auf der Erde rühret, wenigſtens gröſſern Theils davon her, daß die Sonne länger oder kürzer über den Horizont zubringet, und von der Neigung, welche die Sonnenſtrahlen gegen die Ebene des Horizonts haben. Daher iſt es nöthig, ſich von dieſen beyden Umſtänden zu unterrichten. Es ſey PCN die Polhöhe eines Orts (Fig. 69) und ÆQ der Aequator; Mm, Gg, Rr, Ll, deſſen Parallele, ſo muß der Aequator von dem Horizont in zween gleiche Theile geſchnitten werden; daher wird die Sonne gleich lange über und unter dem Horizont zubringen, und deswegen heiſſet dieſe Zeit die **Nachtgleiche**. Dies findet bey allen Horizonten ſtat, und daraus erhellet, daß die Nacht-

gleiche

gleiche über der ganzen Erde zu einerley Zeit einfällt. Wenn ferner PSpN ein Meridian iſt, und man leget durch Pp einen gröſten Circul auf die Ebene des Meridians ſenkrecht, ſo wird ſolcher Circul alle Parallele des Aequators in zween gleiche Theile ſchneiden, als in den Puncten A, D, E, B, u. ſ. aber der Horizont ſchneidet ſie in γ, μ, ϱ, λ, u. ſ. Alſo wird von den Parallelen zwiſchen den obern Pol und Aequator mehr als die Hälfte ſichtbar, aber zwiſchen dem Aequator und untern Pol p iſt von den Parallelen weniger als die Hälfte ſichtbar. Wenn man nun die Grade Linien Ag, Dm, ER, BL, als Halbmeſſer der Parallele, ziehet und die Parallele nur an einer Seite des Meridians betrachtet, ſo ſind $A\gamma$, $D\mu$, $E\varrho$, $B\lambda$ die Sinus des Ueberſchuſſes der ſichtbaren Bogen über die Hälften der Parallele, oder des Complements der ſichtbaren Bogen zur Hälfte des Parallels. Auf gleiche Art verhält es ſich an der andern Seite des Parallels. Aber dieſe Sinus $A\gamma$, $D\mu$, $E\varrho$, $B\lambda$ nehmen zu, obgleich die zugehörigen Halbmeſſer abnehmen, und müſſen daher mehr und mehr Grade von den Bogen ihrer Parallele abſchneiden. Daraus folget, daß die Gradzahl dieſer ſichtbaren Bogen gröſſer iſt, je weiter die Parallele vom Aequator gegen den obern Pol zu liegen, und daß dieſe Gradzahl gegen den niedern Pol zu abnimmt, wenn die Abweichung wächſet. Auſſerdem iſt bekannt, daß die Zeiten, welche die Sterne über dem Horizont bey der ſcheinbaren Umdrehung der himmliſchen Sphäre zubringen, ſich nach der Gradzahl des ſichtbaren Bogens des Parallels richtet; daher müſſen die Sterne länger über den Horizont ſtehen, welche weiter von dem Aequator gegen den Pol P zu liegen; und diejenigen, welche an der andern Seite des Aequators gegen den niedern Pol liegen, ſind eine deſto geringere Zeit über dem Horizont HO, je gröſſer ihre Abweichung iſt. Wenn alſo P der Nordpol iſt, ſo wird die Zeit, welche die Sonne

ne über den Horizont zubringet, deſto gröſſer, je gröſſer ihre nordliche Abweichung wird, und wiederum deſto kleiner, je gröſſer ihre ſüdliche Abweichung wird. Zugleich ſiehet man hiebey, daß die Höhe der Sonne oder eines Sterns im Meridian in dem Parallel Gg gröſſer iſt, als in Mm u. ſ. w., ſo daß der Winkel den die Sonnenſtrahlen mit dem Vertical zc machen, wenn die Sonne im Meridian ſtehet, abnimmt, je näher der Parallel der Sonne nach dem Pol P zu lieget.

Die Aſtronomen ſetzen den Anfang des Sommers in die Zeit, da die mittägliche Höhe der Sonne am gröſten iſt, und den Anfang des Winters, wenn ſie am kleinſten iſt, die mittlere Höhen zwiſchen beyden haben ſie zum Anfange der beyden übrigen Jahrszeiten, welche Frühling und Herbſt genannt zu werden pflegen, erwählet. Erſtern ſetzten ſie zwiſchen Winter und Sommer; lezterer folgt auf den Sommer und gehet vor dem Winter her. Die Jahrszeiten ſind alſo von den Abweichungen der Sonne an einer und der andern Seite des Aequators hergeleitet; aber die Neigung der Axe macht hierin merkwürdige Ungleichheiten, welche zu erklären die Erdoberfläche von der Lage des Himmels gegen den Horizont auf eine neue Art abgetheilet werden muß. Diejenigen, ſagt man, wohnen in der heiſſen Zone, welche die Sonne im Zenith zu ſehen bekommen können; diejenigen, welche die Sonne das ganze Jahr durch auf und untergehen ſehen, haben die gemäßigte Zone zum Wohnplatz; aber diejenigen, welchen nicht bey jeder Umdrehung der Sphäre die Sonne auf- und untergehet, wohnen in der kalten Zone. Es wird alſo die heiſſe Zone der Erde (Fig. 58) von den Wendekreiſen δγ, εφ, eingeſchloſſen und ihre Breite iſt ungefähr 46° 56′ (§. 54). Zwiſchen dem Wendekreis δγ und dem nordlichen oder arktiſchen Polarkreiſe AM lieget die nordliche gemäßigte Zone, und die ſüdliche zwiſchen dem Wendekreiſe εφ und dem an-

tarktiſchen Polarkreiſe $\mu\lambda$. Die nordliche kalte Zone liegt innerhalb dem nordlichen Polarkreiſe ΛM und die ſüdliche innerhalb dem ſüdlichen Polarkreiſe $\mu\lambda$. Die Breite der gemäßigten Zonen beträgt 43° 04′, aber die kalte Zonen halten vom Pol an nur 23° 28′. Dies iſt alles klar, wenn man ſich die Horizonte der Parallele vorſtellet; welche die Wende- und Polarkreiſe ausmachen, und die Verticallinien auf dieſe Horizonte aufrichtet, welches in dem folgenden noch weiter aufgekläret wird. Aus dem vorhergehenden können die Jahrszeiten, welche ſo wohl der Wiſſenſchaft als des Nutzens wegen erkannt werden müſſen, leicht unterſchieden werden. Wenn die Sonne (Fig. 68) in dem Puncte ♈ der Eccliptik ſtehet, und über der ganzen Erde Nachtgleiche iſt, ſo fängt der Frühling für diejenigen an, welche in den nordlichen kalten und gemäßigten Zone wohnen, aber für die, welche in eben den ſüdlichen Zonen wohnen, gehet dann der Herbſt an. Wenn die Sonne nach E kommt fängt in obgedachten Zonen auf der nordlichen Halbkugel der Sommer an, aber auf der ſüdlichen der Winter. Auf gleiche Art fängt in dieſen Zonen auf der nordlichen Halbkugel der Herbſt an, auf der ſüdlichen aber der Frühling, wenn die Sonne ♎ erreicht; wenn ſie endlich endlich nach L kommt haben die Bewohner dieſer nordlichen Zonen den Anfang des Winters, aber diejenigen in den ſüdlichen Zonen den Anfang des Sommers. Auf ſolche Art ſind die Jahrszeiten in dieſen Zonen auf beyden Halbkugeln einander entgegengeſetzt. Eben dies findet auch ſtat in der heiſſen Zone, welche durch den Aequator in zween gleiche Theile getheilt wird, ſo daß auf jeder Halbkugel davon die Hälfte lieget. Aber hier werden die Jahrszeiten wegen der Bewegung der Sonne in ihrer Abweichung verwirrter; denn innerhalb der Wendekreiſe ſiehet man ſie an beyden Seiten vom Zenith, und die gröſte Abweichungen an beyden Seiten ſind, den Aequator ausgenommen, ungleich. Sommer

heiſſet

heiſſet hier, wenn die Sonne durchs Zenith gehet, alſo haben die Bewohner der heiſſen Zone zweymahl aufs Jahr Sommer, nämlich wenn die Abweichung der Sonne der Breite des Orts gleich iſt (§. 60.) Winter wird hier genannt, wenn die Sonne zu Mittage am weitſten vom Zenith ſtehet, dies geſchiehet in Anſehung der Bewohner des Aequators zweymahl aufs Jahr, nämlich wenn die Sonne in E und L iſt. In Anſehung der übrigen Parallele der heiſſen Zone träget ſich ſolches nur einmahl zu, nämlich für die nordlichen, wenn die Sonne in L iſt, und für die ſüdlichen, wenn ſie in E iſt. Alſo haben die Bewohner des Aequators zween Winter, aber die Bewohner der übrigen Parallele der heiſſen Zone nur einen. Herbſt und Frühling iſt unter dem Aequator und den Parallelen bis zu einer Breite, welche dem dritten Theil der Breite der halben heiſſen Zone gleich iſt, das iſt ungefähr 7° 49′ 20″. In dieſem Parallel muß ein Frühling und Herbſt zuſammen treffen, ſo daß man ſagen kann es verſchwinde ein Frühling und ein Sommer. Dieſe Jahrszeiten müſſen ungleich in der heiſſen Zone ſeyn, weil die Zeiten ungleich ſind, welche die Sonne anwendet, von einem der nun erwähnten Abſtände vom Zenith zum andern zu kommen, und es gehöret für die Aſtronomie die beſtimmte Zeiten derſelben für jede Breite auszurechnen. Aber das dürfen wir hier nicht unangemerkt laſſen, daß die Sonne in ihrer Bewegung von ♈ bis ♎ ungefähr 186½ Tage und von ♎ bis ♈ nur 178¾ Tage zubringe, ſo daß die Sonne ſich in den nordlichen Zeichen ungefähr 7¾ Tage länger, als in den ſüdlichen aufhält.

§. 62.

Nach der Känntniß von den Jahrszeiten müſſen wir die Ungleichheit der Zeiten, welche die Sonne über den Horizont zubringet, in Erwegung ziehen, die nicht allein von der Veränderung

der Abweichung der Sonne, ſondern auch von der ungleichen Neigung der Axe gegen den Horizont entſpringet. Man nennet die Zeit, welche der Sonne Mittelpunct über den Horizont zubringet **Tag**; aber **Nacht** diejenige, da der Sonne Mittelpunct unter der Ebene des Horizonts liegt. Wenn die Sonne im Aequator ſtehet, ſo wird Tag und Nacht gleich groß (§. 61), welches die Nachtgleiche heiſſet und auf der ganzen Erdkugel zu gleicher Zeit eintrift. Nur die Pole ſelbſt muß man hievon ausnehmen, deren Merkwürdigkeiten alſo beſonders betrachtet zu werden verdienen.

Es ſey (Fig. 70) PÆpQ die himmliſche Sphäre, P der Nordpol, Pp die Axe der Sphäre, ſo muß P das Zenith des Erdpols und ÆQ oder der Aequator der Horizont deſſelben ſeyn. Daraus folget, daß die Sonne über den Horizont komme, wenn der Frühling anfängt oder die Sonne in ♈ iſt, welches Punct hier grade über oder auf den Mittelpunct der abgebildeten Sphäre vorgeſtellet wird. Die Sonne erhebet ſich dann über den Horizont nach dem Maſſe als ihre nordliche Abweichung anwächſet, und iſt allezeit dieſer Abweichung gleich. Die Sonne gehet auch den ganzen Frühling und darauf folgenden Sommer nicht unter, ſondern die Parallele aller täglichen Bewegungen ſind dem Horizont parallel, und ſo auch die Parallele aller nordlichen Sterne Ff, Gg, LM, Ss. Deswegen heiſſet dieſe Lage der Sphäre die **parallele Sphäre**. Man kann auf dem Horizont keine Windſtriche bemerken, denn alle Verticalkreiſe gehen durch die Axe. Die gröſte Höhe der Sonne iſt 23° 28′, welches der gröſten Abweichung der Sonne oder der Neigung der Ecliptik gegen den Aequator gleich iſt. Im Anfange des Herbſtes, wenn die Sonne in ♎ iſt, gehet ſie unter den Horizont des Nordpols und kommt nicht wieder auf denſelben herauf, als zu Anfang des nächſtfolgenden Frühlings. Auf gleiche Art verhält es ſich mit dem

Süd-

Südpol, wo die Sonne aufgehet, wenn ſie in ♎ iſt, und untergeht, wenn ſie in ♈ anlanget. Alſo haben die Bewohner des Pols im ganzen Jahre oder während des ſcheinbaren Umlaufs der Sonne in der Ecliptik nur einen Tag und eine Nacht. Aber der Tag des Nordpols währet 186½ ſolcher Tage, als die Bewohner der übrigen Parallele zählen oder 186½ vier und zwanzig Stunden, und ihre Nacht iſt 178½. V. u. Z. Stunden; dagegen iſt der Tag des Südpols 178½. V. u. Z. Stunden, und ſeine Nacht 186½. V. u. Z. Stunden, wie aus vorh. §. zu ſchlieſſen iſt.

Auſſer den Polen ſind die Längen der Tage ungleich einer jeden Abweichung der Sonne gemäß §. 61. Dabey muß man doch bemerken, daß die Bewohner der kalten Zone im Sommer einen Tag haben der gröſſer iſt, als vier und zwanzig Stunden, und im Winter eine Nacht, die gleichfals länger als eine Umdrehung der Sphäre währet. Es ſey (Fig. 71) PZ der Abſtand des Nordpols vom Zenith, welcher der Aequatorhöhe ÆH gleich iſt, kleiner als 23° 28′, und der Parallel Oo berühre den Horizont in O; ſo muß Æo = ÆH und Æo kleiner als die gröſte Abweichung der Sonne ſeyn. Daher kann die Sonne nicht untergehen, ſo bald ihre nordliche Abweichung = Æo wird, und eben ſo wenig, wenn die Abweichung derſelben gröſſer als Æo iſt. Gleicherweiſe muß die Sonne unter den Horizont bleiben, ſo lange ihre ſüdliche Abweichung gröſſer als ÆH = Æo iſt, welches der Parallel Hh ausweiſet. Solchergeſtalt haben diejenigen, welche unter 67° 12′ Breite wohnen einen Tag der an 30 V. u. Z. Stunden reichet, und eine Nacht von etwa 28 V. u. Z. Stunden.

In den heiſſen und gemäßigten Zonen gehet die Sonne allezeit in Vier und Zwanzig Stunden einmahl auf und unter, aber die Tageslänge iſt für jede Abweichung der Sonne in verſchiedenen Parallelen ungleich. Dadurch wird durch die Wür-

kung der Sonne ungleiche Wärme gewürkt, und die Jahrszeiten ſind in ungleichen Parallelen nicht gleichförmig. Deswegen haben die Aſtronomen die Erdoberfläche in viele ſchmale Zonen abtheilen gewolt, die ſie Climate nennen, und wozu ſie den Grund von der längſten Zeit der Sonne über den Horizont hergenommen haben, die für jede Halbkugel der Erde einfällt, wenn die Sonne in den Wendecircul tritt, der mit der Breite des Orts an einerley Seite des Aequators liegt (§. 61). Sie haben ihre Climate vom Aequator zu zählen angefangen. Daher muß man zuerſt die Lage des Horizonts für diejenigen, welche unter dem Aequator wohnen, in Betrachtung ziehen, woſelbſt der Himmel ganz beſonders ausſiehet. Es ſey (Fig. 72) das Zenith in Æ an der himmliſchen Sphäre und ÆQ der Aequator, ſo muß der Horizont ſenkrecht auf dem Aequator ſtehen, und alſo durch die Axe Pp gehen. Auf gleiche Art findet man auch alle Parallele des Aequators ſenkrecht auf den Horizont HO, daher dieſe Lage der Sphäre die grade Sphäre heiſſet, und von der ſchiefen Sphäre unterſchieden iſt, welche für alle Breiten zwiſchen dem Pol und Aequator ſtat findet. Der Horizont, welcher durch die Axe Pp gehet, ſchneidet alle Parallele Ee, Mm, Rr, Ll u. ſ. w. in zween gleiche Theile, alſo müſſen alle Sterne zugleich mit der Sonne gleich lange über dem Horizont ſeyn und unter demſelben, und es muß alſo das ganze Jahr durch Nachtgleiche ſeyn. Alſo iſt vom Aequator bis zum Pol eine gar groſſe Abwechſelung der Tages Längen. Eines jeden Sterns Abweichungskreis liegt, wenn der Stern aufgehet, in dem Horizont derer, die unter dem Aequator wohnen; daher wird auch der Punct des Aequators, welcher die grade Aufſteigung des Sterns angiebet, zu derſelbigen Zeit aufgehen, und davon hat die grade Aufſteigung ihren Nahmen. In der ſchiefen Sphäre gehet mit dem Stern zugleich ein anderes Punct des Aequators auf, als dasje-

dasjenige, welches ſeine grade Aufſteigung beſtimmt, und dies Punct heiſſet daher die ſchiefe Aufſteigung des Sterns.

Es würde weitläuftig genug, aber wenig wichtig ſeyn, die Ungleichheit der Tage in ungleichen Parallelen für jede Abweichung der Sonne zu vergleichen, deswegen haben die Aſtronomen für den Unterſcheid der Climate beſonders den längſten Tag des Jahrs gewählet, welchen wir unter dem Aequator 12 Stunden und unter den Polen ungefähr ein halbes Jahr oder ſechs Monathe lang gefunden haben, und welcher von den Polarkreiſen an ſich über 24 Stunden zu erſtrecken anfängt. Man hat es am bequemſten gefunden, zwiſchen dem Aequator und den Polarkreiſen 24 Climate zu zählen, und man hat für den Anfang eines jeden Climats eine halbe Stunde Verlängerung des längſten Tages feſtgeſetzet. Alſo fängt das erſte Clima im Aequator an und erſtreckt ſich bis 8° 34′ Breite, für welchen Parallel der längſte Tag $12\frac{1}{2}$ Stunden iſt. In dieſer Breite fängt das zweyte Clima an und endigt ſich mit 16° 44′ Breite, woſelbſt der längſte Tag 13 Stunden iſt u. ſ. w. Von dem Polarkreiſe bis zum Pol rechnet man ſechs Climate, und hier wird der Unterſcheid der Climaten zu 30 T. u. Z. Stunden in der Gröſſe des längſten Tages beſtimmt. Es iſt nicht ſchwer die Gränzen dieſer Climate auszurechnen, aber die Aſtronomen bekümmern ſich darum nicht ſehr, nachdem man beobachtet hat, daß die Wärme der Climate ſich nicht nach der Breite der Oerter allein richtet, ſondern in einem und eben demſelben Parallel ſehr ungleich gefunden wird.

Man darf gleichwohl die Würkung, welche die Sonnenſtrahlen in verſchiedenen Breiten hervorbringen können, nicht ganz auſſer Acht laſſen, und es iſt eine geographiſche Aufgabe, die noch nicht vollkommen aufgelöſet iſt: **Das Verhältniß der wärmenden Kraft der Sonne aufs ganze Jahr für ungleiche Breiten zu finden.** Die Geometer ſind damit nicht weiter gekom-

gekommen, als daß ſie für eine gewiſſe Abweichung der Sonne das Verhältniß dieſer Kraft in ungleichen Breiten, oder für eine gewiſſe Breite dieſes Verhältniß bey ungleichen Abweichungen der Sonne geſucht haben. Um ihre Arbeiten zu erklären, muß man betrachten, daß die wärmende Kraft der Sonne auf die Menge der Sonnenſtrahlen, die Stärke eines jeden Strahls, und auf die Zeit ankomme, welche die Sonne über den Horizont zubringet. Man ſehe (Fig. 73) die Sonnenſtrahlen Ss, Rr u. ſ. w. als parallel und überall gleich dicht an, wenn ſie auf eine horizontale Ebene HO treffen; sv ſey auf dieſer Ebene ein gewiſſer Raum, ſo iſt die Menge der Sonnenſtrahlen in dem Verhältniſſe des Sinus SsH oder des Sinus der Sonnenhöhe; denn wenn syz auf die parallelen Strahlen ſenkrecht ſtehet und der Bogen vz gezeichnet werden, ſo muß sz oder sv ſich zu sy verhalten, wie die Anzahl der Sonnenſtrahlen auf einen gewiſſen Raum sv oder sz, wenn ſie ſenkrecht auf den Horizont ſtehen, zu der Anzahl derer, die auf denſelben Raum unter dem Winkel SsH fallen. Ferner ſcheinet ſich auch die wärmende Kraft der Sonnenſtrahlen nach der Stärke richten zu müſſen, mit welcher ſie auf eine Ebene fallen, und welche nach den Geſetzen der Mechanik dem Sinus des Neigungswinkel proportional iſt, das iſt dem Sinus des Winkels SsH; aber hierin kommen die Naturlehrer nicht überein, indem die Oberfläche der Erde rauh und uneben iſt, ſo daß das Auffallen der Sonnenſtrahlen überall für einerley angenommen werden kann; daher behauptet man, daß ihre wärmende Kraft nur auf ihre Anzahl und die Zeit, welche ſie zu würken haben, nämlich da die Sonne über den Horizont iſt, beruhe.

Es ſey (Fig. 74) HO der Horizont, P der Pol, ÆQ der Aequator, ÆM die Abweichung der Sonne, Mm ihr Parallel; Es ſey die Soune in S in dem Vertical ZSs, ſo daß ihre

Höhe

Höhe über den Horizont Ss iſt, und es ſchneide der Parallel den Horizont in N, ſo daß der Winkel MPN ſich zu vier rechten Winkeln verhält, wie die halbe Tageslänge zu 24 Stunden. Der Winkel MPS ſey gleich z, ſo iſt dz dem Augenblick gleich, da die Sonnenhöhe $= Ss$ iſt, und $dz \sin. Ss$ iſt der wärmenden Kraft der Sonne in dieſem Augenblicke proportional, wenn jeder Sonnenſtrahl für gleich ſtark in jeder Höhe angenommen wird. Nun iſt $\sin. Ss = \cos. ZS = \cos. ZPS \sin. Pz \sin. PS + \cos ZP \cos PS$ (ſphär. Trigon.); daher wird $dz \cos. z \sin PZ \sin PS + dz \cos ZP \cos PS$, der Sonnenwärme proportional, indem die Sonne durch dz gelaufen. Das Integrale hievon iſt $\sin ZPS \sin ZP \sin PS + ZPS \cos PZ \cos PS$, welches der Sonnenwärme durch z, das iſt, der ganzen Zeit, da ſie den Bogen von S bis zum Meridian beſchreibet, proportional iſt. Alſo erhielte man den Wehrt der Sonnenwärme für einen ganzen Tag gleich $2 \sin ZPN \sin PZ \sin PS + 2ZPN \cos PZ \cos PS$. Will man die Stärke der Würkung eines jeden Sonnenſtrahls nach dem Sinus der Sonnenhöhe rechnen, ſo iſt $dz(\sin Ss)^2$ der wärmenden Kraft der Sonne in der Höhe Ss proportional und man kann auf gleiche Art integriren. Nämlich $dz(\sin Ss)^2 = dz(\cos z \sin PZ \sin PS + \cos PZ \cos PS)^2$, daraus wird, wenn man ZPN ſtat z ſetzet $\int. dz(\sin Ss)^2 = \frac{1}{4}(\sin 2ZPN + 2ZPN)(\sin PZ \sin PS)^2 + 2 \sin ZPN (\cos PZ \sin PZ \cos PS \sin PS) + ZPN (\cos PZ \cos PS)^2$.

Bey Anwendung dieſer Formuln muß man bemerken, 1) daß der Abſtand der Sonne von der Erde ungleich iſt, und daß die wärmende Kraft nach der Erfahrung abnimmt, wenn der Abſtand gröſſer wird, aber daß das Geſetz nicht genau bekannt iſt, wornach ſich dieſe Kraft bey ungleichen Abſtänden verändert, ſondern daß gemeiniglich angenommen wird, daß es mit dem Ge-

ſetze der Schwere einerley ſey, das iſt, daß die wärmende Kraft in eben dem Verhältniſſe abnehme, wie die Quadrate der Abſtände zunehmen. 2) muß man merken, daß der Winkel ZPN durch die Abweichung der Sonne und der Breite des Orts beſtimmt werden könne. Denn es iſt $\tang PZ : \tang ÆM = rad : \cos ZPN$, und es iſt ZPN gröſſer als ein rechter Winkel, wenn die Sonne mit dem Pol P an einer Seite des Aequators iſt, und er iſt kleiner als ein rechter Winkel, wenn die Sonne auf der andern Seite des Aequators iſt, als der Pol P. 3) Wenn das Zenith Z im Aequator iſt, ſo iſt $\sin PZ = rad$; $\cos PZ = 0$; $ZPN = 90°$, und $\sin ZPN = rad = 1$. Hieraus erhält man nach der erſtern Formul $\int dz \sin Ss = \sin PS$; und nach der leztern $\int dz (\sin Ss)^2 = 45° (\sin PS)^2$. 4) Wenn P im Zenith iſt, ſo iſt $\sin PZ = 0$ $\cos PZ = rad = 1$. und $ZPN = 180°$; alſo wird nach der erſtern Formul $\int dz \sin Ss = 180° \cos PS$, und nach der leztern $\int dz (\sin Ss)^2 = 180° (\cos PS)^2$.

Aus dem jezt angeführten könnte man die wärmende Kraft der Sonne im Aequator mit der unter dem Pol vergleichen und zwar für ein ganzes Jahr oder einen ganzen Umlauf der Sonne. Da aber dieſe Vergleichung nicht auf jegliche Breite angewandt werden kann, ſo beſparen wir dieſe Weitläuftigkeit, und laſſen es damit genug ſeyn, daß wir anführen, dieſe wärmende Kräfte der Sonne unter dem Aequator und Pol verhalten ſich ſehr nahe wie 17 zu 7. Man darf alſo dem nicht glauben, was eine gemeine Sage war, als Maupertuis ſich mit ſeiner Geſellſchaft innerhalb dem Polarkreiſe aufhielte, daß die Sommerwärme in den kalten Zonen in eben dem Maaſſe gegen die Wärme in andern Climaten ſtark iſt, als die Winterkälte derſelben die Kälte der übrigen Climate überſteiget. Denn die geringe Höhe der Sonne benimmt ihr die Kraft, ob ſie ſich gleich viele Tage über den

Ho-

Horizont aufhält. Bey Maupertuis Aufenthalt in Torne iſt eben ein warmer Sommer geweſen. Aber die Sommer der meiſten Jahre, welche Herr Hellant genau beobachtet hat, ſind weniger warm geweſen. Eben das habe ich auch 1769 bey meinem Aufenthalte theils in Pello theils in Torne vom 26 Apr. bis den 4 Aug. beobachtet.

§. 63.

In demjenigen, was bisher zur Erklärung der Merkwürdigkeiten des Himmels angeführet worden, haben wir weder auf den Weg der Erde um die Sonne, noch auf die Gröſſe derſelben geſehen, ſondern die himmliſche Sphäre iſt ſo betrachtet, als wenn der Beobachter beſtändig in ihrem Mittelpuncte wäre. Dies kan̄ auch bey allen Erſcheinungen angenommen werden, die ſich an den Fixſternen eräugen, aber es findet nicht ſtat, wenn die himmliſchen Cörper einen ſolchen Abſtand haben, der entweder mit dem Abſtande oder Verſetzungen der Erde in ihrer Bahn um die Sonne, als der Abſtand der Planeten und Cometen, oder ſelbſt mit dem Erdhalbmeſſer verglichen werden kann, welches von dem Monde und einigen Cometen in gewiſſen Fällen gilt.

Es ſey (Fig. 75) Tt die Bahn der Erde um die Sonne, und ein Planet als Mars gehe in einer andern Bahn MN; Es ſtelle μmn die Oberfläche der himmliſchen Sphäre vor, deren Mittelpunct wegen ihrer unermeßlichen Gröſſe in M oder jedem andern Puncte innerhalb oder auſſerhalb der Bahn MN angenommen werden kann; Es ſey der Planet in M und die Erde in T, ſo wird der Bewohner der Erde den Planeten an der himmliſchen Sphäre in m ſehen. Aber die Bewegung des Planeten geſchiehet nach den Geſetzen der Natur um die Sonne, und muß für den Mittelpunct derſelben S ausgerechnet werden, das iſt, man ſoll den Ort des Planeten s finden, woſelbſt SM die himmliſche

liſche Sphäre ſchneidet. Der Winkel mMs, welcher die jährliche Parallaxe genannt wird, giebt den Unterſcheid zwiſchen dem ſcheinbaren Ort des Planeten für die Beobachter von der Erde und aus der Sonne an. Erſterer heiſſet der geocentriſche Ort, und lezterer der heliocentriſche Ort des Planeten. Wenn die Erde in t wäre, da der Planet in M iſt, ſo wäre μ der geocentriſche Ort des Planeten und die Parallaxe wäre dem Winkel $sM\mu$ gleich. Alſo müſſen wir wiſſen, daß die Planeten eine jährliche Parallaxe haben, ob die Fixſterne gleich frey davon ſind.

Dieſe Parallaxe findet man leicht, wenn man aus den aſtronomiſchen Tabellen den Winkel TSM oder tSM und das Verhältniß der Abſtände ST, SM oder St, SM ausrechnet. Bey dem Saturn kann ſie auf 6° ſteigen, bey dem Jupiter an 11°, bey dem Mars an 42°, aber bey den untern Planeten an 180°. Deswegen ſuchen an deren Stelle die Aſtronomen die Parallaxe der Erde für einen Beobachter in dieſen Planeten, welche für die Venus ungefähr an 48° und für Mercur an 33° ſteigen kann. Bey den Cometen können auch dergleichen Parallaxen, welche aus ihren und der Erde Bewegungen um die Sonne entſtehen, beobachtet werden. Aber da die Bahnen der Cometen, auch nicht einmahl des Halleyſchen, noch nicht genau bekannt ſind, ſo hat man noch nicht unterſuchet, wie groß ihre jährliche Parallaxen berechnet werden müſſen. Hiezu kommt noch das einige von ihnen, die uns ſichtbar werden, in einem Theile ihrer Bahn innerhalb der Erdbahn gehen, ob ſie gleich den größten Theil ihres Weges auſſerhalb derſelben gehen, und einen ſehr groſſen Abſtand von derſelben erreichen. Man muß alſo hiebey merken, daß dieſe Parallaxen ſich wegen der veränderlichen Oerter und Abſtände ſowohl der Planeten als der Erde vielfältig verändern können.

Wir

Wir haben nun noch von der täglichen Parallaxe zu reden. Es ſey (Fig. 67) ABC die Erde und T ihr Mittelpunct; es ſey AH eine Tangente in A oder ſtelle den Horizont vor, und es ſey ein Weltcörper, als der Mond, in H, ſo wird ein Beobachter in A den Weltcörper H an der himmliſchen Sphäre in L ſehen, aber aus dem Mittelpuncte T wird er in Λ erſcheinen, und der Unterſcheid der Oerter Λ und L iſt dem Winkel ΛHL gleich, indem der Mittelpunct der himmliſchen Sphäre in H angenommen werden kann. Dieſer Winkel ΛHL, welcher gleich iſt mit AHT, heiſſet die horizontale Parallaxe des Weltcörpers. Der Punct Λ iſt der wahre Ort des Weltcörpers und L ſein ſcheinbarer Ort. Wenn aus T in der verticalen Ebene ein Circul Hh gezogen wird, und ein Weltcörper ſtehet in h, ſo iſt AhT = lhλ auch ſeine Parallaxe und heiſſet die Höhenparallaxe. l iſt der ſcheinbare und λ der wahre Ort deſſelben. Man verlängere die Verticallinie nach Z, ſo iſt

$TH : TA = \sin TAH : \sin AHT$ und $Th : TA = \sin TAh : \sin AhT$; daher iſt $\sin TAH : \sin AHT = \sin TAh : \sin AhT$ und $\sin TAH : \sin TAh = \sin AHT : \sin AhT$,

das iſt, der Höheparallaxen Sinus verhalten ſich wie die Sinus ihrer ſcheinbaren Abſtände vom Zenith, wenn des Weltcörpers Abſtand vom Zenith einerley iſt.

Wenn ein anderer Weltcörper in G iſt, ſo iſt ſeine Horizontalparallaxe $TGL = AGT$; aber es iſt $\sin AHT : \sin AGT = TG : TH$, daraus folget, daß die Sinus der Horizontalparallaxen ſich umgekehrt, wie die Abſtände der Weltcörper verhalten. Auf gleiche Art wird dies von den Höheparallaxen bewieſen, wenn die ſcheinbaren Höhen der Weltcörper einerley oder gleich groß ſind. Hiernach ſcheinet die Känntniß der täglichen Parallaxen leicht auszumachen ſeyn, wenn die Erde ſphäriſch iſt, das iſt, wenn die Linie von dem Orte des Beobachters nach den

Mittelpunct der Erde allezeit ſenkrecht auf den Horizont ſtehet; aber dies findet bey der ellipſoidiſchen Figur der Erde nicht ſtat; alſo werden die Parallaxen verwickelter und müſſen durch die Eigenſchaften der Ellipſe erläutert werden.

Wenn (Fig. 77) PUE einen Quadranten eines Meridians auf der Erdkugel vorſtellet, und hUH iſt eine Tangente in U, und UR ſenkrecht auf die Tangente, ſo muß UR eine Verticallinie in U ſeyn; URP iſt das Complement der Breite des Orts und hUH iſt der Horizont deſſelben. Man ziehe CU, und durch hUH gehe eine Ebene, auf die Ebene des Meridians PUC ſenkrecht, ſo muß ſolche Ebene der Horizont in U ſeyn, und wenn nun in den verſchiedenen Azimuthen entweder auf der öſtlichen oder weſtlichen Halbkugel Linien gezogen werden, ſo ſind die Winkel, welche dieſe Linien mit dem Halbmeſſer CU machen, ungleich. Wenn alſo Cörper in gleichem Abſtande vom Mittelpunct der Erde im Horizont liegen, ſo ſind ihre Horizontalparallaxen ungleich, und eben ſo auch ihre Höheparallaxen, wenn die ſcheinbaren Höhen einerley ſind.

Um alſo von den Parallaxen eine richtige Erkänntniß zu erlangen, ſo wollen wir uns vorſtellen, daß ein Beobachter (Fig. 78) in R ſtehe, wo die in U auf den Horizont ſenkrechte Linie die Erdaxe PC ſchneidet; dieſer wird an den Cörpern als L, die ſich um den Mittelpunct der Erde bewegen, eine kleine Parallaxe gewahr werden, wenn ihr Abſtand nicht gar zu groß iſt. Wenn man nämlich CL und RL ziehet, ſo iſt die Parallaxe in R dem Winkel RLC gleich, und es iſt $RL:CL = \sin PCL$ $\sin(PCL - RLC)$. Dieſe kleine Parallaxe kann leicht für jeden Winkel PCL berechnet werden, wenn CR und CL gegeben ſind; aber der Winkel PCL iſt die Ergänzung der Abweichung des Sterns in L, und muß ſammt dem Abſtande CL aus den aſtronomiſchen Tabellen berechnet werden; es iſt alſo nur

übrig

übrig CR zu finden, wenn der Ort U bekannt iſt. Es ſey z die Breite des Orts. Man ziehe UA ſenkrecht auf CP, und nehme dann $CE^2 \, \sin v^2 = \sin z^2 (CE^2 - CP^2)$: ſo iſt UA = $\frac{CE \cos z}{\cos v}$ (§. 21) und $RA = \frac{CE \sin z}{\cos v}$, aber es iſt $RA : CR = CE^2 : CE^2 - CP^2$, alſo wird $CR = \frac{\sin z (CE^2 - CP^2)}{CE \cos v}$. Wenn man CE = 1 nimmt, ſo iſt für die Breite von Upſal CR = 0,00865853. Solchergeſtalt können aus den für den Mittelpunct der Erde berechneten Orten der himmliſchen Cörper die aus R ſcheinbaren Oerter derſelben gefunden werden, welcher Punct R aber für jede Breite eine beſondere Lage hat; und zugleich kann aus dem Abſtande eines Sterns von C, derjenige von R gefunden werden. Wenn dies geſchehen iſt, muß man den Abſtand RL mit UR vergleichen; denn es iſt RL : UR = rad. : ſin der horizontal. Parallaxe, da dann der ſcheinbare Ort des Sterns auf R zurückgeführet iſt. Die Höhenparallaxen können hiedurch eben ſo wie in der ſphäriſchen Figur berechnet werden. Dieſe Normallinie UR findet man leicht aus der gegebenen Breite; denn es iſt $\cos z : rad = UA$ oder $\frac{CE \cos z}{\cos v} : UR$; alſo iſt $UR = \frac{CE . rad}{\cos v}$.

Auf dieſe Art bringet man die Känntniß der Parallaxen in der ellipſoidiſchen Figur eben ſo vollkommen in Ordnung, als wenn die Erde eine ſphäriſche Figur hätte. Man könnte auch die für den Mittelpunct der Erde berechneten Oerter auf die ſcheinbaren Oerter in andern Puncten der Verticallinie UR zurückführen, aber bey der täglichen Umdrehung der Erde verändern alle Puncte der Verticallinie, nur das Punct R ausgenommen,

men, ihren Abſtand von dem Weltcörper L, wenn ſich ihre Azimuthe verändern, daher die genauere Beſtimmung der Parallaxen weitläuftiger wird, als nach den jezt angeführten Regeln, alſo iſt es das ſicherſte, ſich bey Beſtimmung der Parallaxen auf der Erdellipſoide blos an der jezt erklärten Methode zu halten.

Die Parallaxen der Sterne zu finden iſt eine von den zärtlichſten Arbeiten in der Sternkunde. Die dazu angeſtellte Beobachtungen müſſen auf das genaueſte ausgeführet werden und pflegen auf folgende Art gemacht werden. Es ſey (Fig. 79) der Mond in L und in U und G zween Beobachter, die Breiten der Oerter ſind gegeben und ſie ſollen in einerley Meridian liegen, welches für Hernöſand und dem Vorgebürge der guten Hoffnung ſehr genau ſtat findet. Man ziehe die Verticale uUR, gGS, welche einander in Z ſchneiden; ziehe UL, GL, CU, CG. Es ſey ferner der Abſtand des Mondes vom Zenith zu einerley Zeit in U und G, das iſt, die Winkel uUL und gGL genau beobachtet, ſo werden die kleinen Winkel CUR, CGS (§. 28), alſo auch CUL und CGL, ſammt UCE, GCE gefunden, alſo wird der Winkel ULG bekannt. Nun ſind in der vierſeitigen Figur UCGL zwo Seiten CU, CG aus der Figur und Gröſſe der Erde bekannt §. 28, und auſſerdem alle Winkel, man findet alſo leicht die beyden Seiten UL, GL, wie auch die Diagonallinie LC, das iſt, den wahren Abſtand des Mondes von der Erde ſelbſt. Auf dieſe Weiſe iſt es möglich durch die vorgeſchlagene Methode die Parallaxe des Mondes in dieſen ſcheinbaren Höhen für die Puncte U und G zu finden, und ſeinen Abſtand zu beſtimmen. Wenn die Oerter U, G nicht genau unter einerley Meridian liegen oder die Winkel uUL und gGL nicht genau zu einerley Zeit beobachtet ſeyn ſollten, ſo kann doch die Bewegung des Mondes vermittelſt der aſtronomiſchen Tabellen ſo

genau

genau ausgerechnet werden, daß der Unterſcheid des Orts des Mondes für eine kurze Zeit mit vollkommener Genauigkeit beſtimmt werden und mit gleicher Gewißheit die an beyden Orten angeſtellten Beobachtungen auf einerley Meridian zurückgeführet werden können, wenn der Unterſcheid ſo wohl in den Zeiten der Beobachtungen als den Meridianen der Oerter ſehr klein iſt. Man kann alſo nicht zweifeln, daß eine Höhenparallaxe genau beobachtet werden könne, woraus dann die Horizontalparallaxe nebſt allen andern Höhenparallaxen berechnet werden können.

Die horizontale Mondparallaxe kann nicht in allen Breiten einerley ſeyn, denn das Verhältniß zwiſchen RU und LR muß ungleich werden, weil RU in verſchiedenen Breiten ungleich iſt. Für Upſal iſt nach oben erklärter Methode die kleinſte Mondparallaxe 54′ 36″$\frac{1}{3}$; die gröſte 62′ 14″$\frac{1}{3}$. Für den Aequator iſt die kleinſte 54′ 24″$\frac{1}{10}$; und die gröſte 62′ 00″$\frac{2}{3}$. Alſo iſt der gröſte Abſtand des Mondes in Halbmeſſern des Erdaequators gerechnet 63,19844; und der kleinſte 55,4565, woraus ſein mittlerer Abſtand 59,32747 wird, welches 35489,11 ſchwediſche Meilen ausmacht.

Die horizontalen Parallaxen der Sonne und übrigen Planeten ſind ſehr klein und daher deſto zärtlicher zu beobachten. Die Aſtronomen haben die vorher erklärte Methode auf die Planeten angewandt, welche der Erde am nächſten kommen, nämlich auf den Mars im Gegenſchein mit der Sonne und auf die Venus in ihrer untern Conjunction. Durch die auf dem Cap und in Europa angeſtellten Beobachtungen fand man für den Mars die horizontale Parallaxe 26″,8; daher die Sonnenparallaxe in ihrem mittlern Abſtande von der Erde 10″,2 ſeyn würde. Hiebey muß man aber merken, daß die Reſultate der Rechnungen für die Marsparallaxe 3 bis 4 Sec. unter und über 26″,8 verſchieden waren, und daß man alſo die Sonnenparallaxe etwa auf 1½ Sec. unge-

ungewiß halten müſſe. Selbiges Jahr wurden auch dergleichen Beobachtungen auf die Venus angeſtellt, woraus die Rechnungen für die horizontale Sonnenparallaxe 10″$\frac{1}{4}$ gaben. Da aber die Anzahl der correſpondirenden Beobachtungen ſehr klein war, und nicht ſehr übereinſtimmten, ſo konnte dies Problem nicht für abgemacht gehalten werden, bis die merkwürdigen Erſcheinungen 1761 den 6 Jun. und 1769 den 3 und 4 Jun. vorgiengen, da Venus vor der Sonnenſcheibe übergieng. Die Arbeiten der Aſtronomen, welche damals an vielen Orten unternommen wurden, ſind noch in friſchen Andenken, und ihre Reſultate geben die horizontale Sonnenparallaxe von 8″$\frac{1}{2}$. Alſo iſt der mittlere Abſtand der Sonne 24266,46 Erdaequatorhalbmeſſer. Dies iſt eine ſo zärtliche Rechnung, daß wenn die Sonnenparallaxe nur auf $\frac{1}{10}$ Secunde fehlerhaft iſt, der Abſtand der Sonne dadurch um 288,46 Erdaequatorhalbmeſſer oder um 172805,2 ſchwediſche Meilen verändert wird; woraus erhellet, daß man den Abſtand der Sonne nie mit vollkommener Gewißheit bis auf einige hundert tauſend ſchw. Meilen dürfte beſtimmen können.

Wenn der Abſtand eines Cörpers bekannt iſt und es wird zugleich ſein ſcheinbarer Durchmeſſer beobachtet, ſo iſt es leicht die würkliche Gröſſe ſelbigen Cörpers zu beſtimmen. Es ſey (Fig. 80) LMN der Mondcörper und ſein Mittelpunct ſey S, der Mittelpunct der Erde ſey T. Man ziehe TL, welche den Mond in L tangiret und die Ebene TLS ſchneide den Mondcörper, ſo iſt der Durchſchnitt LMN ein Circul, wenn man den Mond für ſphäriſch annimmt, und SL iſt ſenkrecht auf TL, alſo iſt $ST : SL = \text{rad.} : \sin STL$. Da nun nach den genaueſten Beobachtungen $ST = 59{,}32747$ Erdaequatorhalbmeſſer, und $STL = 15' \, 51''\frac{2}{3}$ iſt, ſo iſt der Mondhalbmeſſer $=$ 163,73 oder 163$\frac{3}{4}$ ſchwed. Meilen. Wenn LMN die Sonne vorſtellet, ſo iſt $TS = 24266{,}46$ Erdaequatorshalbmeſſer und STL

$=$

= 16′ 03″1; woraus man den Sonnenhalbmeſſer 113,3055 oder gegen 113⅓ Erdaequ. Halbm. findet. Alſo muß die Sonnenkugel 1454631 mahl gröſſer als eine Kugel ſeyn, deren Halbmeſſer dem Erdaequatorhalbmeſſer gleich wäre. Die Erdkugel iſt auch 48¾ mahl ſo groß als der Mond oder genauer wie 48,7593 zu 1. Man kann auf gleiche Art die Gröſſe der übrigen Planeten finden, und es verhält ſich der Erdaequatorhalbmeſſer zum Halbmeſſer

Mercurs	wie 170	zu	69
der Venus	- 170	-	167
des Mars	- 170	-	114
Jupiters	- 1700	-	19375
Saturns	- 1700	-	17171 (a)

Eine Sphäre deren Halbmeſſer dem Erdaequatorhalbmeſſer gleich iſt, verhält ſich zu der Kugel

Mercurs	wie 14,9554	zu	1
der Venus	- 1,0549	-	1
des Mars	- 3,3161	-	1
Jupiters	- 1	-	1480,5
Saturns	- 1	-	1030,49

Vermittelſt des §. 36 kann gleichfals der mittlere Abſtand der Planeten ausgerechnet werden, und iſt für die Bahn

Mercurs	9405,7	Erdaequatorhalbmeſſer	
der Venus	17552	-	-
der Erde	24266,46	-	-
des Mars	36933,48	-	-
Jupiters	126173,4	-	-
Saturns	231356,3	-	-
Halleys Cometen	441308,9	-	-

(a) Aſtron. par de la Lande Tom. II. §. 1391 et ſeq. Par. 1770.

Bey Betrachtung der Parallaxen muß nicht vergeſſen werden, daß die Sterne, welche ihren Abſtand verändern, bey kleinern Abſtänden einen gröſſern ſcheinbaren Durchmeſſer haben und bey gröſſerm Abſtande einen kleinern (§. 31). Auſſerdem iſt der Sinus der horizontalen Mondparallaxe zum Halbmeſſer wie der Erdaequatorhalbmeſſer zum Abſtande des Mittelpuncts des Mondes vom Mittelpuncte der Erde, daher muß der Sinus der horizontalen Mondparallaxe ſich zum Sinus des ſcheinbaren Mondhalbmeſſers verhalten, wie der Halbmeſſer des Erdaequators zum Halbmeſſer des Mondes, alſo in einem beſtändig gleichen Verhältniſſe ſtehen. Dies iſt eine in der Sternkunde ſehr nützliche Regel ſowohl bey Beobachtungen, welche für den Mond angeſtellet werden, als auch bey deren Berechnung. Hiezu kommt noch eine andre, welche die ſcheinbaren Veränderungen des Mondhalbmeſſers für ſeine verſchiedene Höhen über den Horizont beſtimmt. Es ſey (Fig. 81) UR die Verticallinie eines Orts, UL der Horizont, und ZRL, ZRl der Abſtand des Mondes vom Zenith Z; Man nenne R und r die ſcheinbaren Halbmeſſer des Mondes in L und l, und ziehe durch L den Circul LlZ, ſo iſt $\sin r : \sin R = UL : Ul$; (§. 31.) aber es iſt $UL : UR = \sin ZRL : \sin ULR$, und $UR : Ul = \sin UlR : \sin ZRl$; alſo $UL : Ul = \sin ZRL \times \sin UlR : \sin ULR \times \sin ZRl$; daher $\sin r : \sin R = \sin ZRL \times \sin UlR : \sin ULR \times \sin ZRl = \sin ZRL \times \sin ZUl : \sin ZRL \times \sin ZUL$; denn es iſt $\sin ZUl : \sin ZUL = \sin UlR : \sin ULR = \sin ZUl : \text{Rad}$, das iſt, die Sinus der ſcheinbaren Mondhalbmeſſer in l und L ſind in zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Sinus der ſcheinbaren Abſtände von Z in U und R. Die Aſtronomen haben bisher den ſcheinbaren Mondhalbmeſſer in C an der Stelle für U gebraucht, aber der leztere iſt gegen $\frac{1}{3}$ Secunde gröſſer als der erſte. Es iſt ſolches geſchehen die Rechnung zu erleichtern und würde $\sin ZRL = \sin ZUL = \text{Rad.}$ geben; daher $\sin r : \sin R = \sin ZUl : \sin ZRL$ ſeyn würde.

§. 64

§. 64.

Es iſt noch übrig einer merkwürdigen Erſcheinung, welche bey Beobachtung der himmliſchen Cörper vorkommt, zu erwähnen, derjenigen nämlich, welche von der Brechung des Lichts oder der Strahlenbrechung entſtehet. Wenn ein Lichtſtrahl SB (Fig. 82) durch ein Mittel R gehet, es mag nun ſolches ein leerer Raum oder mit dem feinen Ether oder einer andern durchſichtigen Materie als Luft, Waſſer, Glas, u. ſ. w. erfüllet ſeyn, ſo zeiget die Erfahrung, daß der Weg der Lichtſtrahlen durch ſolches Mittel allezeit gradlinicht ſey. Wenn aber SB aus dem Mittel R in ein anderes L gehet, welches mit ſeiner Oberfläche AC an das erſtere gränzet, ſo wird der Lichtſtrahl SB in B, woſelbſt er auf die Oberfläche AC fällt, gebrochen. Dieſe Brechung rühret her von der ungleichen Würkung der Mittel R, L, auf die Lichtmaterie, wenn das eine Mittel die Lichtmaterie ſtärker an ſich ziehet als das andre, denn dadurch muß das Licht aus ſeiner Richtung gebogen werden. Wenn alſo das Mittel L jedes Lichttheilchen mehr an ſich ziehet als das Mittel R, ſo iſt ſolches ſo, als wenn eine Kraft in B ſolches Theilchen in der Zeit von B nach b triebe, darin es mit ſeiner Geſchwindigkeit von B nach f gehen würde. Wenn man alſo das Parallelogramm Bbβf zeichnet, ſo muß der Lichtſtrahl die Richtung Bβ nehmen und kann nicht weiter in der graden Linie SBfs fortgehen. Hieraus erhellet, daß die Brechung des Lichtſtrahls in der Ebene Bfβb geſchiehet, und daß die Brechungsebene auf die Ebene AC ſenkrecht ſtehet, weil Bb auf dieſelbe ſenkrecht iſt. Man verlängere nun Bb nach K und F, ſo heiſſet der Winkel SBK der Einfalswinkel und TBF der Brechungswinkel. Nun iſt die Geſchwindigkeit des Lichts vor der Brechung zu ſeiner Geſchwindigkeit nach derſelben, wie Bf zu $B\beta = \sin \beta Bb : \sin \beta bF$ das iſt, wie der Sinus des Brechungswinkels zum Sinus des

Einfallwinkels. Wenn daher die Geſchwindigkeiten Bf, Bβ in einem beſtändigen oder unveränderlichen Verhältniſſe ſind, ſo wird auch das Verhältniß zwiſchen dem Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels allezeit eine und eben dieſelbige ſeyn. Umgekehrt: wenn die Proportion zwiſchen dieſen Sinus unveränderlich iſt, ſo iſt auch das Verhältniß zwiſchen den Geſchwindigkeiten des Lichts vor und nach der Brechung beſtändig eine und eben dieſelbe.

Hier ſiehet man den Urſprung des allgemeinen Geſetzes der Strahlenbrechung, das Snellius zuerſt entdeckt und Descartes als ſeine eigene Erfindung, ohne des Snellius zu erwähnen erklärt hat. Newton hat daſſelbe weiter ausgeführet. Er nimmt aus der Erfahrung an, daß alle Würkungen der anziehenden Kräfte auf die Oberflächen der Mittel ſenkrecht ſind, und daß ſie in gleichem Abſtande von den Oberflächen gleich ſind; daraus beweiſet Newton, daß der Sinus des Einfallwinkels ſich zum Sinus des Brechungswinkels verhalte, wie die Geſchwindigkeit des Lichts in dem brechenden Mittel zur Geſchwindigkeit des Lichts in dem Mittel, wodurch das Licht vor der Brechung gieng. Die Erfahrung ſtimmet hiemit überein. Nämlich, wenn SBK = A, FBT = B, das Mittel R der Ether, und L die Luft iſt, ſo iſt $\sin A : \sin B = 3201 : 3202$. Wenn R, Luft; und L, Waſſer iſt, ſo hat man $\sin A : \sin B = 13350 : 10000$, und ſo auf gleiche Art iſt die Verhältniß $\sin A : \sin B$ allezeit einerley, was auch R und L für Mittel vorſtellen mögen.

Daß die Brechung der Lichtſtrahlen von der ungleichen Würkung des Mittels auf die Lichtmaterie herrühre, wird auſſer dem bereits angeführten durch die allgemeine Erfahrung bey der Brechung der Lichtſtrahlen beſtätiget. Wenn nämlich das Mittel L dichter als R iſt, ſo wird der Lichtſtrahl FB gegen die ſenkrechte

Linie

Linie BF hin gebrochen; wenn aber der Lichtſtrahl SB (Fig. 83) aus einem dichtern Mittel V in ein dünneres L gehet, ſo wird der Lichtſtrahl von der ſenkrechten Linie weg gebrochen, ſo daß der Brechungswinkel FBT gröſſer iſt als der Einfallswinkel SBK, ſo wie die Anziehung nach Bb dem dichtern Mittel geſchiehet. So findet man gleichfals, daß die Lichtſtrahlen, welche in der Luft nahe bey einem dichtern Cörper vorbey gehen, ſich um denſelben beugen und aus ihrer rechten Richtung weggezogen werden. Newton hat durch Verſuche ausgemacht, daß die Brechung ſelbſt nahe an dem Einfallspuncte in einer krummen Linie geſchehe, welches auch die Anziehung des Lichts von andern Materien beſtätiget; er hat ausgemacht, daß die Abprellung der Strahlen nicht ohne Würkung der anziehenden Kraft des abprellenden Cörpers vermittelſt der Strahlenbeugung geſchehe, und hat gelehret, daß in einigen Fällen eine Abprellung an der Stelle der Brechung hervorgebracht werde; Es iſt auch von ihm bemerkt worden, daß bey der Brechung der Lichtſtrahlen allezeit ein Theil abgeprellet werde. Hieher gehöret auch, daß die Verſuche in einer dickern Luft eine gröſſere Brechung gezeiget haben, als in einer dünnen; und daß die Brechung in einer verdichteten Luft in dem Verhältniß der Dichtigkeit der Luft gefunden worden. Man muß aber nicht ſchlieſſen, daß dieſe Regel bey jedem Mittel ſtat finde, denn dagegen ſtreiten verſchiedene Erfahrungen, und es giebt Materien, welche einander von ſich ſtoſſen. Es iſt auch allezeit möglich, daß in einigen Mitteln eine Materie eingemiſcht ſeyn kann, welche das Licht abprellet, oder weniger an ſich ziehet, als ein anderer eben ſo dichter Cörper.

Wenn wir das jezt angeführte auf die Erdatmoſphäre anwenden, ſo erhellet zuerſt, daß die Lichtſtrahlen, wenn ſie von der Sonne oder den Sternen kommen und den Luftkreis erreichen, näher nach der Normallinie hin auf der Oberfläche des Luftkreiſes

gebro-

gebrochen werden. Es erreiche ein Lichtſtrahl SB (Fig. 84) die Atmoſphäre in B und AC ſey die in ſolchem Puncte berührende Ebene. Es ſey KBF ſenkrecht auf AC, ſo wird SB bey B gebrochen werden, und wenn die Atmoſphäre von der Erdoberfläche TF an bis zur Oberfläche der Atmoſphäre ZB gleich dicht angenommen wird, ſo wird der Weg des Lichtſtrahls BT eine grade Linie und $\sin KBS : \sin FBT = 3200 : 3201$. Wenn nun der Strahl BT in T in das Auge des Beobachters fällt, ſo iſt der ſcheinbare Abſtand des Sterns vom Zenith dem Winkel BTZ gleich, der kleiner iſt als ZsS, oder der wahre Abſtand des Sterns, wenn er ohne Strahlenbrechnng, das iſt, in der Linie TU, welche mit SB parallel iſt, geſehen werden könnte. Alſo müſſen die Sterne vermittelſt der Strahlenbrechung höher erſcheinen als ſie würklich ſind, und die Sternkundige müſſen erforſchen, wie groß die Strahlenbrechung in jedem Puncte B iſt. Wenn man wie eben angeführet, annehmen könnte, daß die Erdatmoſphäre gleich dicht iſt von TF bis ZB, ſo könnten die Strahlenbrechungen durch genaue Beobachtung derſelben in zween verſchiedenen Höhen leicht für jede Höhe berechnet werden; denn daraus kann nach der Regel Falſi, wie Caßini gezeiget hat, die Höhe der Atmoſphäre von dem Erdmittelpuncte BE ausgerechnet, und ſodann für jeden gegebenen Winkel ZTB und den Seiten TE, BE, der Winkel TBE gefunden werden; nun weiß man ſchon aus den beobachteten Strahlenbrechungen das Verhältniß zwiſchen $\sin KBS$ und $\sin TBF$, daher wird es leicht für jedem Winkel TBE den Winkel KBS, folglich die Strahlenbrechung in dem Punct $B = tBS = TBs$ zu finden, und daraus ferner ſeinen wahren Abſtand vom Zenith $ZsS = ZTB + sBT$. Aber dies alles gelinget nicht ſo bey der rechten Beſchaffenheit der Atmoſphäre, welche darin beſtehet, daß die Dichtigkeit der Luft mehr und mehr bey gröſſern und gröſſern Abſtande von

von der Erdoberfläche abnimmt; daher geſchiehet es, daß die Lichtſtrahlen SB (Fig. 85), welche bey B in die Atmoſphäre fallen, ſo gebrochen werden, daß ſie am Ende in das Auge des Beobachters in T kommen, unterwegs von B nach T bey jedem Punct in ein dichteres Mittel gerathen und beſtändig gebrochen werden; daher muß der Weg des Lichts eine krumme Linie als BbT werden, und der Lichtſtrahl SB berühret denſelben in B; aber die Tangente Tt iſt die Richtung des Lichts bey T und die ganze Strahlenbrechung iſt dem Winkel Tts gleich, welchen die Tangenten Tt und Ss mit einander machen. Die Sternkundige haben noch nicht recht erforſchen können, von welcher Art eigentlich die Linie BbT iſt. Wenn man annimmt, daß die Dichtigkeit der Luft in geometriſcher Proportion abnimmt, wenn die Höhe in arithmetiſcher Progreßion wächſet, welches aus den meiſten auf hohen Bergen angeſtellten Beobachtungen zu folgen ſcheinet, und wenn man zugleich vorausſetzt, daß die Strahlenbrechungen ſich wie die Dichtigkeiten der Mittel verhalten, ſo iſt es unmöglich die berechneten Strahlenbrechungen mit den beobachteten zu vereinigen. Beſſer trift es zu, wenn man die Linie BbT als eine Kreislinie annimmt, woraus folgt, daß das Licht in jedem Puncte ſeines Weges gleich ſtark gebrochen wird, und daß die Strahlenbrechung der Gradzahl des Bogens BbT gleich ſey.

Wenn SB, $\Sigma\beta$ zween Lichtſtrahlen ſind, welche in den krummen Linien BbT, $\beta\gamma$T gebrochen werden und in den Tangenten Tt, Tτ geſehen werden, und man ſetzet ihre wahren Höhen $SsL = Z$, $\Sigma\sigma Z = z$, und die Strahlenbrechungen $Tts = R$; $T\tau\sigma = r$, ſo ſoll $R : r = \tang(Z - 3R) : \tang(Z - 3r)$ ſeyn. Dies iſt das Geſetz der Strahlenbrechung, welches die Sternkundige aus ihren Beobachtungen hergeleitet, und welches mit den angenommenen Hypotheſen, daß die Linien BbT, $\beta\gamma$T Cir-

culbogen ſind, am meiſten übereinkommt. Wir haben Thomas Simpſon eigentlich die Erfindung eines richtigen Geſetzes der Strahlenbrechung zu danken, er hat ſie unter einer andern Form angegeben, nämlich $\sin Z : \sin z = \sin(Z-nR) : \sin(z-nr)$, da n eine Zahl iſt die man finden kann, wenn die Strahlenbrechung in einer Höhe zugleich mit der horizontalen Strahlenbrechung aus Beobachtungen bekannt iſt. Er rechnet aus Doct. Bewis angeſtellten Beobachtungen $n = 5\frac{1}{2}$ aus; aber Doct. Bradley fand aus ſeinen vielen angeſtellten Beobachtungen $n = 6$, und verwandelte Simpſons Formul in die eben angeführte Regel. Bradleys berechnete Tabelle der Strahlenbrechung der himmliſchen Cörper iſt jezt durchgängig angenommen und Bonne, der ſelbige Tabelle und das beſchriebene Geſetz der Strahlenbrechung noch weiter mit Beobachtungen verglichen, hat keine wichtigere Aenderung gefunden, als daß der Werth von n für jeden Abſtand Z vom Zenith ſo eingerichtet werden muß, daß $n = 6{,}39906 + 0{,}06856 \cos Z$ ſey (a).

Es verdient Aufmerkſamkeit, daß die Brechung der Lichtſtrahlen in der Atmoſphäre gleichförmig iſt, ungeachtet die Dichtigkeit der Luft von oben nach unten zu nicht in gleicher Proportion zunimmt. Dies bezeuget, daß die ſtärkere Strahlenbrechungskraft der obern Luft vermuthlich von ihrer Kälte herrühret; denn man hat wahrgenommen, daß die Strahlenbrechung bey Nacht gröſſer iſt, als bey Tage, und im Winter gröſſer als zu andern Jahrszeiten, und daß überhaupt bey gleichen Dichtigkeiten der Luft die Strahlenbrechung in jedem Abſtande vom Zenith ungleich ſey, wenn die Wärme ſich ändert. Man pfleget die Strahlenbrechung bey $12\frac{1}{2}$ Grad Wärme nach dem ſchwediſchen oder 10 Grad nach dem Reaumürſchen Thermometer und bey der Barometerhöhe von $25\frac{1}{3}$ ſchwed. Zoll oder 28 franzöſ. Zoll auszurechnen.

Aber

(a) Aſtron. par de la Lande Tom. II. §. 2216 et ſeq. Par. 1771.

Aber wenn die Wärme zunimmt, ſo zeigen die Beobachtungen, daß die Strahlenbrechungen für einen Grad nach dem ſchwed. Thermometer um ungefähr $\frac{1}{310}$ und für einen Grad des Reaumürſchen $\frac{1}{270}$ abnehme. Man begreiſt leicht, daß die Strahlenbrechung zugleich verändert werde, wenn die Barometerhöhe gröſſer oder kleiner wird, und daß die Strahlenbrechungen, welche ſich nach der Dichtigkeit der Luft richten, die von den Barometern angezeiget wird, der Queckſilberhöhe in den Barometern proportional ſeyn müſſe. Daher ſind auch die Strahlenbrechungen auf ſehr hohen Bergen, wo das Queckſilber in den Barometern niedriger ſtehet, geringer. Auſſerdem wird auch die Strahlenbrechung geändert werden, wenn die Höhe der Luft vom Anfange der Atmoſphäre bis zu den Beobachter gröſſer oder kleiner wird, denn der Weg des Lichts in der Atmoſphäre wird da verlängert oder verkürzet, ſo daß die Bogen BbT, $\beta\gamma$T, mehr oder weniger Grade enthalten müſſen.

So viele Urſachen die Strahlenbrechungen zu verändern, als nun erzählet worden, machen die Känntniß davon ſehr ſchwer und verwickelt. Inſonderheit müſſen die Strahlenbrechungen, welche man in gröſſern Abſtänden vom Zenith oder bey Sternen hat, die dem Horizont nahe ſind, für ungewiß gehalten werden. Ihre Strahlen haben einen längern Weg durch den Luftkreis, und ſie gehen zuweilen durch Dünſte, welche von der Erdoberfläche aufſteigen. Die Strahlenbrechungen ſind ſelbſt gröſſer und alle Veränderungen derſelben merklicher, ſo daß kleine Irregularitäten in der Luft viele Secunden Ungewißheit in den Strahlenbrechungen niedriger Cörper verurſachen können.

Es wäre noch vieles von den Strahlenbrechungen, ſo wie auch von den vorher angeführten Merkwürdigkeiten der himmli-

ſchen Sphäre hinzu zu ſetzen; aber wir müſſen uns nun zu der Erklärung der Zeitrechnung wenden, welche man nothwendig kennen muß, wenn man den rechten Gebrauch und Nutzen der Globen verſtehen will.

Achtes Capitel.

Vom Calender oder der Zeitrechnung.

§. 65.

Was iſt Zeit? Die Gelehrten behaupten, daß ſich die Frage eher verſtehen als erklären laſſe. Die Zeit iſt eine Linie gleich, die aus der Bewegung eines Puncts entſtehet, deren Anfang unendlich weit weg iſt und deren Ende eben ſo unbegreiflich iſt, da die Bewegung des Puncts nie aufhöret. Das gegenwärtige entſpricht dem Raum, wo das flieſſende Punct ſich eben befindet; das vergangene dem Theil der Linie, ſo von Anfang an beſchrieben worden; und das Zukünftige folget der Bewegung des Puncts von dem Gegenwärtigen an. Es iſt leicht die Zeit zu meſſen, wenn man eine gleichförmige Bewegung vor ſich hat, die entweder in einer graden Linie oder in einer Kreislinie um einen gegebenen Mittelpunct geſchiehet; aber die Natur hat uns keine gradlinigte Bewegnng, die wir beſtändig beobachten können, vorgeleget, daher müſſen wir die Winkelbewegungen zum Maaß der Zeit gebrauchen. Dieſe müſſen gleichförmig ſeyn, alſo ſind die Circulförmige Bewegungen, da die Peripherien mit unveränderlicher Geſchwindigkeit beſchrieben werden, die allerbrauchbarſten.

Als

1. Als die Menſchen die Zeit meſſen zu wollen anfiengen, hefteten ſie gleich ihre Aufmerkſamkeit auf die ſichtbare Umdrehung der himmliſchen Sphäre; man rechnete von einem Aufgange der Sonne zum andern einen Tag; andre nahmen den Untergang der Sonne zum Anfang des Tages (a); man glaubte, daß alle dieſe Tage gleich lang wären, bis genauere Beobachtungen, als die erſten Verſuche an Hand gaben, angeſtellet werden konnten. In der ſchiefen Sphäre hat man keine Gleichheit der Tage (§. 62) aber die ſcheinbare Umdrehung eines jeden Fixſterns iſt allezeit gleich wegen der ebenen Bewegung der Erde um ihre Axe §. 30. Wir müſten alſo den täglichen Umlauf eines gewiſſen Fixſterns zum Zeitmaaß nehmen; aber dieſer Umlauf oder Sterntag kann von dem gemeinen Haufen nicht wahrgenommen werden, dem doch an der Zeitrechnung viel gelegen iſt, ſondern man muß die Sonne behalten, um nach ihr allgemeine, oder bürgerliche Tage zu zählen.

Die Sonne ſcheinet ſich an dem Sternhimmel in dem Circul der Ecliptik zu verrücken und dieſe Bewegung geſchiehet von Weſten nach Oſten; aber die ſcheinbare Bewegung der Sterne geſchiehet von Oſten nach Weſten, alſo müſſen die allgemeinen oder Sonnentage gröſſer als die Sterntage ſeyn. Die von der Sonne während eines jeden Umlaufs der Sterne beſchriebene Bogen ſind am gröſten, wenn die Sonne der Erde am nächſten iſt, welches beym Anfange des Winters der nordlichen Zonen geſchiehet, und ſie ſind am kleinſten im Sommer der nordlichen Zonen. Solche Ungleichheit müſſen die Aſtronomen bey Meſſung der Zeit in Rechnung bringen, welches die Zeitgleichung genannt

(a) Die Chaldäer, Babylonier und alle Morgenländer fiengen den Tag mit Aufgange der Sonne an. Die Athenienſer fiengen ihn an mit dem Untergange der Sonne, welches noch in einem Theile von Italien gebräuchlich iſt, ſo wie auch in China.

genannt wird; denn auf die Zeit, welche dieſer Bogen gebraucht, durch einen Mittagskreis zu gehen, beruhet der Ueberſchuß des Sonnentages über den Sterntag. Dieſer Ueberſchuß würde ſich aber wie die Länge der Bogen verhalten, wenn die Ebene des Aequators mit der Eccliptik zuſammenfiele; und wenn dieſe Ebenen eine Neigung gegen einander haben, ſo werden die Unterſcheide der graden Aufſteigungen der Endpuncte der erwähnten Bogen ſich wie der Ueberſchuß der Sonnentage verhalten; dieſe Unterſcheide der graden Aufſteigungen ſind für gleiche Bogen der Ecliptik an den Nachtgleichungspuncten kleiner und an den Sonnenwendepuncten gröſſer; alſo beruhet die Zeitgleichung zuerſt auf die ſcheinbare Geſchwindigkeit der Sonne, und fürs zweyte auf die Gröſſe der Unterſcheide der graden Aufſteigungen, welche den von der Sonne beſchriebenen Bogen zukommt. Beyde Urſachen ſtimmen zuweilen zuſammen die Sonnentage zu verlängen oder auch ſie zu verkürzen; zuweilen aber verlängert ſie die eine und die andre verkürzet ſie.

Aus dieſen angeführten Urſachen machen die Sternkundige einen Unterſcheid zwiſchen der ſcheinbaren oder wahren und der mittlern Zeit. Erſtere iſt die allgemein gebräuchliche, und wird von einer Mitternacht zur andern durch zween mahl zwölf Stunden gezählet (b); leztere wird bey allen aſtronomiſchen Unterſuchungen gebraucht und wird von den Aſtronomen vermittelſt einer Tabelle, welche die Zeitgleichung anzeigt, auf die ſcheinbare oder wahre Zeit zurückgeführet. Zu dem Ende nimmt man in der Sternkunde an, daß eine mittlere Sonne in dem Aequator mit einer gleichförmigen Bewegung gehet, die der mittlern Bewegung der Erde gleich iſt (§. 32), und daß dieſe mittlere Sonne

(b) Die Babylonier zähleten vor dieſem 24 Stunden in eins fort. So machen es die Italiäner noch jezt, und eben ſolches iſt bey den Aſtronomen allgemein gebräuchlich.

ne mit der wahren an einem gewiſſen Tage in dem Mittagskreiſe eines gewiſſen Orts zu gleicher Zeit ſtehe. Dies trift ſich für diejenigen, welche ungefähr 45° weſtlich von Paris wohnen, den 23 Dec. 1772, und fällt ein, wenn die Länge der Sonne 270° 20′ iſt; aber anfangs iſt es in einem andern Jahr auf den 24 Dec. Pariſerzeit ausgerechnet geweſen. Die Tage der mittlern Zeit werden von dem Augenblick zu zählen angefangen, da die mittlere Sonne am nächſten am Zenith im Mittagskreiſe iſt, bis ſie wieder dahin kommt, und ſind alle gleich groß; In einem ſolchen Tage läuft der ganze Aequator und noch 59′ 08″$\frac{1}{3}$ durch den Meridian, alſo gehen 15° 02′ 27″ 51‴ auf $\frac{1}{24}$ eines mittlern Tages, welches eine Stunde iſt, u. ſ. w. §. 12. Die Stunden der mittlern Zeit ſind allezeit gleich, ſo wie auch die Tage; aber die Stunden des einen Tages der wahren Zeit, ſind den Stunden eines andern ſolchen Tages nicht gleich, denn die Tage ſelbſt ſind wegen ihres ungleichen Ueberſchuſſes über einen Sterntag ungleich. Die Juden theilen die Zeit, welche die Sonne über den Horizont zubringet, in 12 Stunden, und eben ſo die Zeit, welche die Sonne unter dem Horizont iſt. Daher ſind ihre Stunden noch ungleicher an verſchiedenen Tagen, und die Stunden, welche bey der Gegenwart der Sonne über dem Horizont gezählet werden, oder die Tagesſtunden ſind den Nachtſtunden ungleich, wann nicht eben die Nachtgleiche einfällt. Die aſtronomiſche Art die Zeit zu zählen unterſcheidet ſich auch von der gewöhnlichen und allgemein gebräuchlichen in der Tageszahl. Denn in der Sternkunde zählet man z. E. den 24 Dec. erſt zu Mittage, wenn er geſchloſſen iſt, da man im gemeinen Leben noch 12 Stunden nach Mittage bis die folgende Mitternacht zu dieſem Tage rechnet; aber dieſe werden von den Aſtronomen ſchon zum folgenden Tage gezählet, ſo daß alſo die gemeinen Tage 12 Stunden ſpäter anfangen, als die aſtronomiſchen.

Wenn

Wenn wir uns die grade Aufſteigung der Sonne nebſt dem Laufe der mittlern Sonne im Aequator von dem Zeitpuncte an vorſtellen, da beyde zugleich in dem Meridian eines gewiſſen Orts waren, ſo ſind die Unterſcheide der graden Aufſteigungen dieſer Sonnen der Zeitgleichung proportional, und werden nach §. 12 zu Zeit gemacht. Dieſe Zeitgleichung iſt alſo = 0 dem 24 December; aber nachher nimmt ſie zu bis den 10 Februar und macht da in Zeit 14′ 41″ aus, welche die mittlere Zeit mehr zählet als die wahre. Nachher nimmt die Zeitgleichung ab, verſchwindet den 14 April und wird die folgende Tage negativ oder zeiget, daß die mittlere Zeit ſpäter als die wahre Zeit zählet. Es fehlet nämlich den 14 May 4′ 01″$\frac{3}{5}$; darauf nehmen die Sonnentage zu und die Sonnenzeit ziehet ſich nach der mittlern zurück, ſo daß ſie den 15 Junius zuſammentreffen. So wie aber die Sonnentage bis zum 26 Julius wachſen, ſo nimmt auch die Zeitgleichung bis dahin zu, da ſie denn 6′ 02″ befunden wird. Wenn dann die Sonnentage nachher wieder abnehmen, ſo nimmt auch die Zeitgleichung ab, verſchwindet den 30 Auguſt und die wahre oder Sonnenzeit gehet die mittlere vorbey, ſo daß die Zeitgleichung wieder negativ wird. Die wahre Zeit überholet die mittlere immer mehr, bis den 1 Nov. da ſie 16′ 12″$\frac{7}{10}$ vor der mittlern Zeit hergehet; aber dann nehmen die Sonnentage wieder zu, ſo daß die Zeitgleichung den 24 Dec. angeführter maſſen wieder in ihr voriges Geleiſe kommt. Hieraus begreifet man, was in dem ſchwed. Hofcalender die Columne bey jedem Monath bedeutet, welche die Ueberſchrift: Uhrgang, hat, das iſt, der Unterſcheid der wahren von der mittlern Zeit.

§. 66.

Durch die Bewegung vorerwähnter mittlern Sonne und darauf gegründete Zeitgleichung hat man ein ſicheres Maaß der ſchein-

ſcheinbaren Zeit; aber es iſt zum allgemeinen Behuf nicht hinreichend Tage und deren Theile zu zählen, man hat gröſſere Maaſſen annehmen müſſen als, Wochen, Monathe und Jahre. Der Gebrauch der Wochen iſt von dem erſten Menſchen hergekommen, der von ſeinem Schöpfer gelernet hatte, den ſiebenten Tag zu heiligen; aber die Heiden haben die Einrichtung derſelben von den Perioden des Mondes hergeleitet; denn die Mondgeſtalten kommen in einer Zeit von 29 Tagen 12 St. 44′ 03″ wieder, und dieſe abergläubiſche Menſchen feyerten ihre Feſte bey Neu- und Voll-Monden und wenn er halb war; daher verlieſen zwiſchen den Feiertagen ungefähr ſieben Tage und daraus machten ſie die Wochen. Hiezu hat auch das beygetragen, daß ſie dieſe ſynodiſche Mondperiode nicht ſo genau kannten oder berechneten, oder ſie fanden es auch zur Beförderung der Ordnung am bequemſten, den ſiebenten Tag zu heiligen. Die Woche iſt alſo eine Zeit von ſieben Tagen; aber der Monath oder Lunation, der ſeinen Nahmen vom Monde hat, iſt eigentlich der ſynodiſchen Mondperiode gleich. Dieſe muß doch zum allgemeinen Gebrauch in ganzen Tagen gerechnet werden, daher muſte man den erſten Monath zu 29 Tage rechnen, den zweeten zu 30 Tagen u. ſ. w. umſchichtig bis 32 Monathe verlaufen waren; dann muſte man den 33ſten von 30 Tagen machen und ſodann aufs neue anfangen. Solche Monathe, die umſchichtig 29 und 30 Tage haben, ſind auch noch bey verſchiedenen Völkern im Gebrauch. Das Jahr bedeutet den Umlauf der Erde um die Sonne oder den ſcheinbaren Umlauf der Sonne, und iſt aus Monathen zuſammengeſetzt, wovon unten weiter gehandelt werden ſoll.

Die Nahmen der Tage in jeder Woche ſind von dem abergläubiſchen Gedanken hergeleitet, daß jeder Planet ſeine eigene Tagesſtunde zu regieren habe. Die Alten nahmen den Mond, der der Erde am nächſten iſt, und ſodann Mercur, Venus, die

Sonne, Mars, Jupiter und Saturn dafür an. Da man alſo glaubte, daß Saturn die erſte Stunde des Tages herrſchte, ſo ward ſolcher Tag auch Saturns Tag, bey uns Sonnabend, genannt (a). An dieſem Tage herrſchte Jupiter die zwote Stunde, Mars die dritte, u. ſ. w. ſo daß Saturn die achte, funfzehnte und zwey und zwanzigſte Stunde regierte, aber die Sonne die fünf und zwanzigſte Stunde, das iſt, die erſte Stunde des folgenden Tages, welcher daher der Sonnentag oder Sonntag genennet ward. Auf gleiche Weiſe iſt die Benennung des Mondestag oder Montags und der übrigen entſtanden; des Marstag bey uns Dienſtag, Mercurs Tag, bey den Gothen, Odens Tag, bey uns Mittwoch; Jupiters Tag, bey uns Donnerstag; und der Venus Tag, bey uns Freytag.

Der Monath hat ſeinen Nahmen vom Monde, aber wenn man zwölf Monathe zuſammenrechnet, ſo findet man die Anzahl ſolcher Tage nur um einige Tage von der Umlaufszeit der Sonne unterſchieden, denn zwölf Monathe machen 354 Tage 8 St. 48′ 36″ und die Sonnenperiode 365 T. 5 St. 48′ 49″ (§. 36). Ein Monath iſt alſo ungefähr der zwölfte Theil eines Jahrs, und daher theilet man die Ecclіptik in zwölf Theile oder Zeichen. Die Aſtronomen nennen die Zeit, da die Sonne ein Zeichen durchläuft, **Sonnenmonath**; und **Mondenmonathe** bezeichnen die Perioden ſeiner Geſtalten. Hieraus entſtehet das **Mondjahr** und **Sonnenjahr**, die noch beyde gebräuchlich ſind. Auf das Sonnenjahr rechnet man allezeit zwölf Sonnenmonathe, aber auf das Mondjahr zuweilen zwölf zuweilen dreyzehen Monathe, einige haben an der Stelle eines ganzen Monaths jedem Jahre einige Tage zugelegt. Die Abſicht war den Anfang der Jahrszeiten beyzubehalten, das iſt, daß die Nachtgleichen und Sonnenwenden

(a) Die Aegyptier rechneten Saturns Tag für den erſten. Vignol. Chron. L. 6. C. 4. §. 9.

den auf gewiſſe Tage des Jahrs einfallen ſollten. Man kann ſich leicht vorſtellen, was man bey der Zeitrechnung für Beſchwerde gefunden, die Jahrrechnung in Ordnung zu bringen. Ohne Beyhülfe der Aſtronomie würde ſolches unmöglich ſeyn, und die Verabſäumung dieſer Wiſſenſchaft würde in der Zeitrechnung bald einen Irrthum hervorbringen.

Die Nahmen der Monathe ſind bey verſchiedenen Völkern verſchieden geweſen. Die Europäer haben die Nahmen derſelben von den Römern bekommen. Romulus fieng das Jahr vom März an, welcher nach dem Mars genannt ward; der zweete Monath April ſoll von einem Zunahmen der Venus, Aphrodita, hergenommen ſeyn; May von Mercurs Mutter; Maja; Junius von Juno; der fünfte und die folgenden Monathe hieſſen Quintilis, Sextilis, September, October, November, December, nach der Ordnung, wie die Monathe folgen. Romulus unterſchied hiedurch ſein Jahr von der Jahrrechnung der Lateiner, welche zwölf Monathe hatten, nämlich auſſer den erwähnten noch den Januar, vom Janus, und Februar von Februa, das iſt, Juno oder von den Feſten, die ihr zu Ehren in ſelbigem Monathe gefeyret wurden. In dem Jahre des Romulus hatten März, May, Quintilis, und October jeder 31 Tage; die übrigen hatten 30 Tage, alſo kamen nur 304 Tage aufs ganze Jahr, daher es auch mit dem Sonnenlaufe nicht eintreffen konnte, ſondern von den Prieſtern ausgeglichen werden muſte, und blieb in einer gar zu groſſen Unordnung bis Numa ſein Mondenjahr einführete. Numa ſetzte den Januar und Februar hinzu, und fieng wie die Lateiner das Jahr mit dem Januar an. Denn Quintilis den fünften Monath des Romulus ließ Julius Cäſar, als er Oberprieſter war, nach ſich ſelbſt Julius nennen. Die Hofleute des Auguſtus lieſſen den Monath Sextilis nach ihm Auguſtus nennen, und dieſe Weiſe

wollten die folgenden Kaiſer nachahmen, aber es geſchahe ſolches nach ihren Tode nicht, ſondern Cäſar und Auguſtus haben allein die Ehre, daß ſie ganze Monathe nach ſich genannt haben.

Das von Numa angeführte Jahr iſt einem Mondjahr ſehr nahe, denn er ließ es aus 355 Tagen beſtehen und zwölf Lunationen machen 354 Tage 8 St. 48′ 36″. Aber ſeine übrige Einrichtung trifft mit einem gut eingerichteten Mondjahr nicht gut zuſammen. Numa ließ nach des Romulus Verordnung dem März, May, Quintilis und October 31 Tage, und gab den übrigen 29 Tage, den Februar ausgenommen, der aus 28 Tagen beſtand. Auſſerdem ließ Numa eine Periode von 8 Jahren annehmen, darin das erſte, dritte, fünfte und ſiebente von 355 Tagen, das zweite und vierte von 377 Tagen und das achte 378 Tage waren. Dadurch wurden ſeine 8 Jahre um 8 T. 1 St. 29′ 28″ länger als 8 Sonnenjahre. Dieſe Einrichtung vom Numa ward nach ſeinem Tode nicht befolgt, ſondern die Prieſter, welche jedes zweyte Jahr beſorgen ſollten, daß dieſe Tage zugeſetzt würden, verſäumeten ſolche Einſchaltung, wenn ſolches ihre Abſichten befördern konnte, und vermehreten die Anzahl der Tage in andern Jahren, um ſolche Magiſtratsperſonen, die ſie liebten und die alle Jahr abgewechſelt wurden, länger zu behalten. Einige haben auch aus Unwiſſenheit und Aberglauben dabey gefehlet. Beſonders war Unwiſſenheit in der Aſtronomie an der Unordnung ſchuld, die Julius Cäſar in der Jahrrechnung fand, als er Oberprieſter war, und darüber verordnen ſollte. Er lernte von Soſigenes, einem Aſtronomen und Prieſter in Alexandrien, daß die rechte Gröſſe des Jahrs 365¼ Tage ſehr nahe enthielte, und wie er das römiſche Jahr zu ſeinen rechten Anfang, denjenigen nämlich, den es zu Numa Zeit gehabt, bringen könnte. Nach ſolcher Anleitung verordnete Cäſar ein Jahr von 445 Tagen, welches das Verwirrungsjahr genannt wird. Dies iſt das 46ſte Jahr vor Chriſti

Geburt

Geburt, nach welchem die Römer der Julianiſchen Zeitrechnung folgten.

Alle Völker haben in den älteſten Zeiten nach aller Wahrſcheinlichkeit ein Jahr von 360 Tagen gebraucht. Noah rechnete auf ſeine Monathe 30 Tage und auf ſein Jahr 12 Monathe (b). Die Chaldäer und Egyptier (c) brauchten, ſo wie auch ihre Colonien die Phönizier, Griechen (d) und mehr andre daſſelbige Jahr. Die Lateiner hatten eben die Anzahl Tage im Jahr, als Romulus ſein ungereimtes Jahr von 304 Tagen einführte. Es iſt alſo glaublich, daß dieſe Jahrform von 360 Tagen bey der babyloniſchen Sprachverwirrung ſich unter allen Völkern ausgebreitet habe. Der Urſprung dieſer Jahreslänge von 360 Tagen ſcheinet darin beſtanden zu haben, daß die älteſten Beobachter bey ihrer Aufmerkſamkeit auf den Mond wahrgenommen haben, daß die Abwechſelung der Mondgeſtalten ungefähr 12 mahl während der vier Jahrszeiten geſchehe, und daß ſie eine Lunation zu 30 Tagen beobachtet, welche mit 12 multipliciret 360 Tage bringt. Da ſie nun bald entdeckt haben, daß dieſe Jahrslänge mit der Sonne nicht wohl übereinſtimme, und daß die Periode der Mondgeſtalten auch ein wenig kleiner ſey als 30 Tage, ſo iſt klar, daß der Fehler darin anfangs geringe geachtet worden und aus Mangel an Känntniß ungerührt gelaſſen werden muſte, und daß danächſt die von Zeit zu Zeit angeordneten Feſttage die Länge der Jahrsform ungeändert erhalten haben.

Die Geſchichte lehret nicht, daß ein Volk vor den Egyptiern dieſe Jahrsform von 360 Tagen geändert habe. Bey dieſen ließ König Aſoth 1324 Jahr vor C. G. am Ende eines jeden Jahrs 5 Tage zuſetzen. Aber die Känntniß der wahren Jahrslänge ward erſt nachher verbeſſert, als die Egyptier auf die Tage im Jahr

(b) Moſes. B. 1. Cap. 7. 8.
(c) Diod. L. II. C. 7. Scal. Emend. temp. L. III.
(d) Ariſtot. Hiſt. Anim. VI. 20.

genau Acht gaben, an welchen Sirius oder der Hundsſtern vor dem Aufgange der Sonne zu ſcheinen anfieng; Sie wurden von der Ueberſchwemmung des Nils, die zu derſelben Zeit einfiel, dazu veranlaſſet. Die Prieſter nämlich, welche die Jahrrechnung beſorgeten, die merkwürdigſten Begebenheiten ſammelten und mit Hieroglyphen aufzeichneten, fiengen an die Geſtalt des Sternhimmels mit der Ueberſchwemmung des Nils zu vergleichen, die in Egypten ſo wichtig war. Sirius oder der Hundsſtern zog bald ihre Aufmerkſamkeit auf ſich, ſowohl wegen ſeiner Klarheit, als auch weil man ihn im Anfange der Ueberſchwemmung von neuen an dem Horizont heraufſteigen ſahe, ehe die Sterne beym Aufgange der Sonne verſchwanden, welches der heliacaliſche Aufgang des Sterns heiſſet. Dieſe Sternſeher bemerkten, daß der heliacaliſche Aufgang des Hundsſterns ſo wohl als anderer Sterne ſich nach Verlauf einiger Jahre von dem erſten Tage des Monaths zu den folgenden nach der Ordnung verrückte, und nach einer runden Zeitzahl ward dieſe Verrückung zu einen Tag auf vier Jahre beſtimmt. Alſo ward die Jahrslänge zu 365¼ Tage geſetzt, welches daſſelbe Jahr war, das Julius Cäſar nachher in Egypten lernete und bey den Römern einführte.

Wegen des Ueberſchuſſes eines Viertheil Tages in jedem Jahre befahl Cäſar im 45ſten Jahr vor C. G., daß das erſte Jahr aus 366 Tagen beſtehen ſollte, welches Schaltjahr (annus biſſextilis) genannt ward (e); die drey folgenden Jahre ſollten nach Cäſars Anordnung 365 Tage haben und wurden gemeine Jahre genannt, aber das fünfte ſollte wieder ein Schaltjahr werden und eben ſo das neunte, dreyzehnte u. ſ. f. oder jedes vierte Jahr; die übrigen wurden insgeſammt gemeine Jahre.

(e) Das Schaltjahr heiſſet bey den Römern Biſſextilis ſtat Intercalaris, denn der Schalttag ward nach dem 24 Februar, ſexta Calendarum Martii eingeſchaltet, und der Schalttag hieß Bis ſexta Calendarum Martii.

Jahre. Cäſar ward im folgenden Jahre ermordet; daher kam es, daß die unwiſſenden Prieſter ſich irreten, und das vierte Jahr ſchon zum Schaltjahr machten und nachher jedes dritte Jahr, ſo daß ſie allezeit das Schaltjahr für das erſte zählten, und glaubten nach Cäſars Befehl einzuſchalten, da das vierte Jahr ein Schaltjahr ward. Im achten Jahr vor C. G. verordnete Auguſtus, daß ſolches wieder berichtiget werden ſollte, vermittelſt Weglaſſung der Schalttage bis zum 16ten Jahre nach Chriſti Geburt, welches ein Schaltjahr war und dann ein ſolches in der Folge alle vier Jahre ſeyn ſollte.

Man findet hier, daß Chriſti Geburtsjahr das 45ſte nach Einführung des Julianiſchen Jahrs und nach Cäſars Verordnung ein Schaltjahr geweſen. Daraus folget, daß das vierte, achte, zwölfte u. ſ. w. nach Chriſti Geburt ein Schaltjahr ſeyn müſſe, wie man es in der nun gebräuchlichen Jahrrechnung würklich findet. Das Julianiſche Jahr von 365¼ Tage gehet in 4 Jahren um einen Tag von demjenigen ab, welches ſchon 1324 Jahr vor C. G. in Egypten gebräuchlich war. Die Prieſter, welche dieſen Unterſcheid aus ihren Beobachtungen des Sirius gefunden hatten, rechneten dadurch aus, daß der heliacaliſche Aufgang des Hundsſterns alle 4 Jahr um einen Tag weiter fortrücken würde, und alſo um 365 Tage oder um alle Tage des Jahrs in 1460 Jahren. Dieſe Periode ward das groſſe Jahr, die Periode des Sirius oder Hundsſterns Circul genannt. Da aber die wahre Länge des Jahrs nicht 365¼ Tag iſt, ſondern 365 Tage 5 St. 48′ 49″ ſo wird auch die wahre Länge des ſogenannten groſſen Jahrs 1507 Jahre ausmachen.

In der Julianiſchen Jahrrechnung iſt die Länge der Monathe folgende: Der Januar hat 31 Tage, der Februar im gemeinen Jahre 28, im Schaltjahr 29 Tage, März 31, April 30, May 31, Junius 30, Julius 31, Auguſt 31, September 30, October

31,

31, November 30, December 31. Das Jahr fängt mit dem erſten Januar an, wie es Numa nach der Lateiner Weiſe einrichtete. Bey der Einführung dieſes Jahrs kommt es darauf an, mit welcher Jahrszeit Cäſar das Jahr anfangen wollte, oder genauer zu reden, mit welcher Länge der Sonne das Jahr anfangen ſollte. Ovid (f) giebt die Urſache an, warum Cäſar 8 Tage nach der Winterſonnenwende zum Anfang ſeines Jahrs erwählet hat. Cäſar wollte nämlich ſein Jahr grade auf den Tag anfangen, da der Neumond nach der Winterſonnenwende zuerſt einfiel, daher zählte er an dem Tage des Neumondes den 1 Januar, und die Länge der Sonne war die vorhergehende Mitternacht ungefähr 278¼ Grad. Man findet hier wieder, daß die Alten ihre Monathe mit dem neuen Lichte anzufangen ſuchten, und daß die Lateiner ihr Jahr mit oder um die Zeit der Winterſonnenwende angefangen haben. Eben ſo haben es auch Schwedens älteſte Einwohner gemacht, die mit dem Tage der Winterſonnenwende ihr fürnehmſtes Jahrfeſt oder Jul zu feyern anfiengen (g).

Das Julianiſche Jahr, wie es gemeiniglich genannt wird, iſt ungefähr 11′ 11″ gröſſer als der wahre Umlauf der Erde. Nach 128$\frac{9}{10}$ Jahr muſte alſo die Julianiſche Jahrrechnung um einen ganzen Tag verrückt ſeyn, oder die Länge der Sonne war um Mitternacht vor dem 1 Januar 279¼ Grad im Jahr 84 nach C. G. Die Frühlingsnachtgleiche, welche 45 Jahr vor C. G. den 24 März einfiel, muſte ebenfals 84 Jahr nach C. G. auf den 23 März fallen, und aus eben der Urſache würde die Frühlingsnachtgleiche im Jahr 10683 nach der Julianiſchen Jahrrechnung den 1 Jan. eintreffen. Will man genauer und nach aſtronomiſchen Tabellen rechnen, ſo findet man, daß die Nachtgleiche im erſten Julianiſchen Jahr oder 45 Jahr vor C. G. eingefallen im März 23 Tage

17

(f) Ovid. Libr. faſtor.
(g) Beda de ratione tempor. C. XIII.

17 St. 44′, das iſt, den 24 März 5 Uhr 44′ Morgens nach dem Upſaliſchen Meridian, und daß ſie 10800 im Januar 0 Tage 15 St. 39′ das iſt den 1 Januar 3 Uhr 39′ Morgens einfallen werde. Dergleichen Jahre da die Nachtgleiche nach und nach von einem Tage des Monaths auf den andern rücket nennen die Aſtronomen **unbeſtändige Jahre.** Von der Art waren die Jahre der erſten Art von 360 Tagen; die egyptiſchen Jahre von 365 Tagen, imgleichen das Julianiſche Jahr, obgleich die erwähnte Fortrückung eine längere Periode gebrauchte, als die Jahre der erſtern Art. Hieraus begreifet man, warum die Aſtronomen es für nothwendig gehalten, die Julianiſche Jahrrechnung zu berichtigen, nämlich der immer weitern Fortrückung der Nachtgleiche gegen den Neujahrstag und ſo weiter gegen Weihnachten zuvorzukommen.

Ohne Beyhülfe der Sternkunde kann man kein feſtes und beſtändiges Jahr zu Stande bringen, darin die Frühlingsnachtgleiche allezeit auf einen gewiſſen Tag einfällt, und dies muß gleichwohl die wahre Abſicht einer wohl eingerichteten Jahrsrechnung ſeyn. Die Aſtronomen nennen die Periode von einer Frühlingsnachtgleiche zur andern ein **tropiſches Jahr,** und ihre Wiſſenſchaft lehret, daß die tropiſchen Jahre nicht gleich ſind. Es ſey (Fig. 86) AQPE die Erdbahn um die Sonne S und AP die Apſidenlinie; es ſchneide die Ebene des Aequators die Ecclipfik in der graden Linie EQ im erſten Jahre zur Zeit der Nachtgleiche, aber im andern und dritten Jahre in eq und $\epsilon\chi$; ſo iſt das eine tropiſche Jahr die Zeit, da die Erde von E durch AQP nach e kommt, und das zweyte tropiſche Jahr, die Zeit, da ſie von e durch AqP nach ϵ gehet. Die tropiſchen Jahre müſſen alſo von den anomaliſchen unterſchieden ſeyn, welches die Zeit iſt, da die Erde von E durch AQP wieder nach E kommt, und die erſtern müſſen kleiner ſeyn als die leztern. Das anomaliſche Jahr iſt die wahre Umlaufszeit der Erde in ihrer Bahn, aber das

tropiſche Jahr macht die Zeit aus, in welcher die Erde einmahl den ganzen Kreis der Eccliptik zu beſchreiben ſcheint. Beyde Arten Jahre würden gleich ſeyn, wenn die Apſiden- und Nachtgleiche-Linien unveränderlich wären, oder wenn ſich beyde nach einerley Richtung gleich ſtark verrückten; aber nun iſt die Bewegung der Apſiden ſtärker als die Bewegung der Nachtgleichen, daher wird das anomaliſche Jahr gröſſer als das tropiſche. Der Unterſcheid beruhet auf die Zeit, in welcher die Winkel ESe, eSε von der Erde um S beſchrieben werden; aber dieſe Winkel ſind nicht alle Jahre gleich und die Winkelgeſchwindigkeit der Erde iſt deſto gröſſer, je weiter ſie von der Sonnenferne iſt, daher müſſen die tropiſchen Jahre ungleich ſeyn, denn die Geſchwindigkeiten der Erde ſind den Winkeln nicht umgekehrt proportional (§. 32). Zum allgemeinen Gebrauch muß man ſich nach dem tropiſchen Jahre richten, welches die Periode der Jahrzeiten enthält; daher iſt klar, daß die Ungleichheit der tropiſchen Jahre, ſo geringe ſie auch ſeyn mag, zur Berichtigung der Jahrsrechnung wohl in Acht genommen werden müſſe, wenn es darauf ankommt, bey einer groſſen Jahrſchaare ein feſtes Jahr zu behalten. Von Ptolomäuszeit an bis jezt iſt der Unterſcheid zwiſchen dem tropiſchen Jahre nicht gröſſer als 7 bis 8 Minuten befunden worden, und dies iſt eben der Unterſcheid, welcher die Aſtronomen veranlaſſete, zu glauben, daß die Erde ſich der Sonne nähere, ehe die Ungleichheit des tropiſchen Jahrs zureichlich ausgemacht war (vergl. §. 38).

§. 67.

Nachdem die Länge des Jahrs hinreichend erkläret worden, ſind, ſind noch einige Anmerkungen über die jährlichen Feſte zu machen nöthig, die in einer wohlbeſtellten Zeitrechnung angeſetzet werden müſſen, deren ordentliche Feyer die Chronologen nach Cä-

ſars Zeit veranlaſſet hat, die Rechnung zu berichtigen, welche er angefangen hatte. Man pfleget das Verzeichniß, welches von den Feſttagen und den ihnen zugehörigen Tagen verfaſſet und nun jährlich ausgegeben wird, den Almanach oder Calender zu nennen. Dieſer Almanach enthält theils unbewegliche Feſte, welche an gewiſſen Tagen eines jeden Jahrs gefeyert werden; theils bewegliche Feſte, die von einen Tag zum andern in verſchiedenen Jahren fortrücken. Die unbeweglichen Feſttage ſind:

Neujahrstag, oder, das Feſt der Beſchneidung Chriſti	Den 1 Januar
Das Feſt der H. drey Könige oder Erſcheinung Chriſti	6 =
Pauli Bekehrung	25 =
Marien Reinigung	2 Februar
Matthias	24 = (a)
Marien Verkündigung	25 März
Philippus und Jacobus	1 May
Johannes der Täufer	24 Junius
Petrus und Paulus	29 =
Marien Heimſuchung	2 Julius
Jacobus	25 =
Bartholomäus	24 Auguſt
Matthäus	21 Sept.
Michael	29 =
Simon Judas	28 October
Aller Heiligen Tag	1 Novemb.
Andreas	30 =
Thomas	21 Decemb
Weihnachtstag oder das Feſt der Geb. Chriſti	25 =

 Stepha-

(a) Im Schaltjahre fällt Matthias auf den 25 Febr.

Stephanus	. .	Den 26 Decemb
Johannes der Evangeliſt	. .	. 27 .
Der Unſchuldigen Kinder Tag	. .	. 28 .

Die vier lezten Feſttage werden insgeſammt Weihnachtstage genannt.

Die beweglichen Feſte hängen alle vom Oſterfeſt ab. Der ſiebente Sonntag vor Oſtern heiſſet Quinquageſimä oder Faſtnachts-Sonntag, dann folgen 6 Faſten-Sonntage, Invocavit, Reminiſcere, Oculi, Lätare, Judica, Palmſonntag. Der Donnerſtag vor Oſtern, grüner Donnerſtag; Freytag vor Oſtern, ſtiller Freytag; Oſtern wird 3 an einigen Orten 4 Tage gefeyert. Dann kommen 6 Sonntage nach Oſtern, Quaſimodogeniti, Miſericordias Domini, Jubilate, Cantate, Rogate oder Betſonntag, Exaudi, oder der nächſte Sonntag vor Pfingſten. Die zwo nächſten Tage nach dem Betſonntage heiſſen Bettage, und der Donnerſtag in der Betwoche iſt Chriſti Himmelfahrts-Tag. Das Pfingſtfeſt wird wie Weihnachten und Oſtern gefeyert. Der Sonntag darauf iſt Heiliger Dreyfaltigkeits-Tag oder Trinitatis-Tag, von welchen die folgenden Sonntage, der erſte nach Trinitatis, der zweete u. ſ. w. bis den vierten Sonntag vor Weihnachten, welcher der erſte Adventsſonntag heiſſet, worauf man, den zweeten, dritten und vierten Adventsſonntag zählet. Der erſte Adventsſonntag fällt auf den 27 Nov. wenn ſolches ein Sonntag iſt, oder den nächſten Sonntag darauf, daher man denſelben auch den erſten Sonntag nach Andreas heiſſet. Auſſerdem werden in allen ſchwediſchen Kirchen 4 Buß- und Bettage um ein gedeyliches Jahr gefeyert, welche an keinen gewiſſen Tagen des Jahrs gebunden ſind, ſondern auf Freytage geſetzt werden, nachdem es die beweglichen Feſte verſtatten, und welche daher eigentlich nicht zu den beweglichen Feſttagen gehören, aber doch auch nicht zu den unbeweglichen gerechnet werden können.

Oſtern wird von den Juden zur Erinnerung an ihre Befreyung von dem Würgeengel, als ſie aus Egypten giengen, gefeyert; aber die chriſtliche Kirche behielte dies Feſt zur Erinnerung der Auferſtehung Chriſti bey. Anfangs feyerten die Chriſten ihr Oſtern mit den Juden zugleich, nachher ward von dem gröſten Theile der erſte Oſtertag auf den erſten Sonntag nach dem Oſtertage der Juden gelegt, weil unſer Erlöſer am Sonntage auferſtanden. Diejenigen, welche ihr Oſtern mit den Juden zugleich feyerten, wurden Quartadecimaner genannt, und dieſe erhielten im Jahr 192 nach C. G. vom Pabſt Victor Befehl, Oſtern mit den übrigen Chriſten zugleich zu feyern. Aber ihre Verſchiedenheit währete bis zur Zeit Conſtantins des Groſſen und fieng da an wichtig zu werden; daher ließ der Kaiſer auf dem niceniſchen Conc. im Jahr 325 nach C. G. eine allgemeine Vereinigung über die Oſterfeyer zu Stande bringen. Ehe aber dieſelbe völlig verſtanden werden kann, muß man einen Begriff von der Jahrrechnung der Juden haben.

Die Kinder Iſrael gebrauchten ein Mondenjahr und fiengen ſelbiges mit der Frühlingsnachtgleiche, als ihrem Ausgange aus Egypten, an. Ihr Niſan oder erſter Monath im Jahr war derjenige, welcher der Nachtgleiche am nächſten war. Den 14ten Tag in ſolchem Monathe ſchlachteten ſie das Oſterlamm und denſelbigen Tag Abends fieng die Oſterfeyer an, welche Weiſe auch von ihren Nachkommen nachher beybehalten worden, ſo weit ihre Känntniß in der Sternkunde es zuließ. Das Mondjahr iſt 10 Tage 21 Stunden 0′ 13″ kürzer als das Sonnenjahr. Dieſer Unterſcheid macht es ſehr ſchwer das Mondjahr mit dem Sonnenjahre zu vergleichen. Man fand leicht, daß das Mondjahr zuweilen verlängert werden müſte, und es war lange vor Chriſti Geburt gebräuchlich zuweilen einen ganzen Monath einzuſchalten, ſo daß einige Mondenjahre 13 Monathe hatten; aber von den Cy-

clen, welche dazu angenommen worden, war derjenige von 19 Jahren, den Meton 430 Jahre vor C. G. erfand, der bequemſte. Es machen nämlich 19 Sonnenjahre 6939 T. 14 St. 27′ 31″ und 235 Lunationen ſind 6939 T. 16 St. 31′ 45″ (b). Wenn alſo 12 Jahre in dieſer Periode 354 Tage haben, ſo daß 6 Monathe von 29 Tagen und die andern 6 von 30 Tagen ſind, und wenn von den übrigen 7 Jahren, drey zu 384 Tagen und die übrigen vier zu 385 Tagen genommen werden, ſo wird das Mondjahr dem Sonnenjahr ziemlich genau folgen, oder nur in 220 Jahren um einen ganzen Tag überſchieſſen. Hiebey iſt doch zu merken, daß, wenn während der metoniſchen Periode nur 4 Schaltjahre einfallen, vier Mondenjahre 384 Tage, und nur drey 385 Tage haben müſſen. Die Zahl der Tage für die Monathe konnte in den Jahren, die 384 oder 385 Tage haben, leicht beſtimmt werden. Man machte in den erſten die erſten 6 Monathe von 29 und die übrigen 7 von 30 Tagen, aber in den leztern die erſten 5 Monathe von 29, und die 8 übrigen von 30 Tagen.

Durch eine Periode von Mondjahren, welche auf beſchriebene Art eingerichtet iſt, und welche alle 220 Jahre um einen Tag berichtiget worden, würde von den Juden Oſtern nach der erſten Einſetzung gefeyert worden ſeyn, und es könnte noch heutiges Tages darnach beſtimmt werden, wenn es bey Beſtimmung des Oſterfeſtes nicht ſichrer wäre, die aſtronomiſche Rechnung zu gebrauchen. Aber es verſtanden weder Juden noch Chriſten den Metoniſchen Cycle recht zu gebrauchen. Daher geſchahe es, daß Oſtern oft von ihnen im unrechten Monathe gefeyert ward. Es würde zu weitläuftig ſeyn, dies hier auszuführen; nur müſſen wir bemerken, daß in allen Mondjahren der Tag nach dem neuen Licht, an welchen der Mond zu ſcheinen anfängt, für den erſten Tag

(b) Metons Periode kam in Griechenland in ſo groſſen Anſehen, daß ſie die Ordnung der Jahre darnach mit goldenen Buchſtaben aufzeichneten; daher heiſſen dieſe Zahlen der Jahre die güldene Zahl.

Tag des Monaths angenommen wird, und daß die Juden den Monath für den erſten im Jahr zählen, deſſen Anfang dem Tage der Nachtgleiche am nächſten iſt, oder deſſen 14ter Tag zuerſt nach der Frühlingsnachtgleiche einfällt. Die Juden hatten von den Egyptern den Tag der Nachtgleiche zu finden gelernet; in ihrem Mondenjahre konnten ſie nun leicht finden, welcher Monath ſeinen Anfang zunächſt bey der Nachtgleiche hatte, und der 14te Tag dieſes Monaths war ihr Paſchatag. Im Niceniſchen Conc. wollten die Kirchenväter die Feyer des Oſterfeſtes nach denſelben Grundſätzen einrichten, nur ſollte der Oſtertag auf einen Sonntag fallen. Es ward dem Biſchof von Alexandrien aufgetragen, von den Sternkundigen den wahren Tag der Nachtgleiche nebſt den Neumond, welcher in jedem Jahr zunächſt an denſelben fiel zu erforſchen und ſolches der ganzen Chriſtenheit zur allgemeinen Richtſchnur, Oſtern zu feyern, bekannt zu machen (c). Sie verordneten alſo, daß 14 Tage nach erwähnten Neumond der Oſtertermin, und der nächſt darauf einfallende Sonntag der Oſtertag ſeyn ſollte; wenn aber der Oſtertermin ſelbſt auf einen Sonntag fiele, ſo ſollte Oſtern erſt den folgenden Sonntag gefeyert werden (d). Die Niceniſche Kirchenverſammlung ward im Jahr

325

(c) Die Biſchöfe in Rom konnten es nicht lange ausſtehen, dieſen Unterricht von Alexandrien zu holen. Im Jahr 525 errichtete Dionyſius Exiguus eine Art Rechnung für alle Neumonde des Jahrs in einer metoniſchen Periode und erklärete die Art dieſe Rechnung zu gebrauchen, welches er den beſtändigen Calender nannte.

(d) Die Chriſten hatten damals einen Haß auf die Juden geworfen, und hielten es für Ketzerey, das Oſterfeſt mit ihnen auf einen Tag zu feyern. Deswegen verſchoben ſie den Oſtertag bis zum nächſten Sonntag, wenn der Oſtertermin, welchen ſie für den Oſtertag der Juden hielten, auf einen Sonntag fiel. Aber dabey kann man merken, daß die Juden ihren vierzehnten Tag zuweilen von dem Tage nach dem Neumonde an rechneten, und daß ihre Rechnung des Neumondes nicht ſehr genau war, ſo daß noch nach der Zeit der Niceniſchen Kirchenverſammlung Juden und Chriſten Oſtern auf einen Tag gehalten haben.

325 nach C. G. gehalten und in dem Jahre fiel die Frühlingsnachtgleiche im März 20 T. 5 St. 55′ nach den Upſalſchen Meridian, alſo ward der 21 März für den Tag der Nachtgleiche im Julianiſchen Calender gehalten und der Oſtertermin ward nach dem Neumond genommen, der jedes Jahr zunächſt an den 21ſten März einfiel; aber dies ward immer fehlerhafter und ſtreitig mit dem Schluſſe der Nicäniſchen Kirchenverſammlung. Denn im Jahr 1582 war die Frühlingsnachtgleiche im März 10 T. 13 St. 43′, alſo den 11 März, daher die Beſtimmung des Oſterfeſtes im Julianiſchen Calender allzuſehr fehlte, und würde nach einer längern Zeit, in Anleitung des im vorigen §. angeführten, in der Winterſonnenwende und ſo weiter im Sommer eingefallen ſeyn.

Die Sternkundige fiengen ſchon im 13. Jahrhundert an den Fehler in dem gebräuchlichen oder Julianiſchen Calender zu entdecken, aber die Verbeſſerung gieng nicht ehe für ſich als 1582 nach dem Schluſſe der Tridentiniſchen Kirchenverſammlung und auf Pabſt Gregorius des 13ten Befehl. Damals ward bey den Catholiken ein neuer Calender eingeführet, welcher der Gregorianiſche oder Neue Stil genannt ward, zum Unterſcheide des Julianiſchen Calenders, welcher von der Zeit an den Nahmen des alten Stils erhielte. Gregorius beſchloß, die Frühlingsnachtgleiche wieder auf den 21 März zurück zu bringen und ließ daher im Jahr 1582 zehn Tage ausſchlieſſen, nämlich den 5. Oct. und die folgenden Tage bis und mit dem 14 October; ſo daß den Tag nach dem 4 Oct. der 15te Oct. gezählet ward, und dann die folgenden Tage nach der Ordnung, ſo wie die vorigen Jahre. Damit ferner in der Folge die Nachtgleiche auf den 21 März erhalten werden könnte, ſo befahl der Pabſt, daß das Jahr 1700, imgleichen 1800 und 1900 keine Schaltjahre ſeyn ſollten, aber daß das Jahr 2000 wieder ein Schaltjahr ſeyn ſollte. Und ſo ſollten in der Folgezeit alle 400 Jahr drey Schalttage ausgeſchloſſen werden.

den. Dieſer Calender iſt ſo genau, daß er auf 400 Jahr nicht mehr als 2 St. 33⅓ Min. fehlet, und daß die Nachtgleiche ſich nur in 3756 Jahren um einen ganzen Tag verrückt.

Bey dem neuen Stil oder gregorianiſchen Calender gebrauchte man zuerſt des Dionyſius Vorſchlag zur Ausrechnung der Neumonde, nachher aber die ſogenannten Epacten, welche in dem Metonſchen Cycle die Neumonde alle Jahr um 11 Tage verrücken. Dieſe Ausrechnungen ſind fehlerhaft und da der Pabſt den gregorianiſchen Calender mit Gewalt aufdringen wollte, ſo nahmen die proteſtantiſchen Fürſten daher Grund, ſich dem neuen Stil entgegen zu ſetzen. Er ward auch bey den Evangeliſchen erſt 1700 eingeführet. Ihre angenommene Jahrrechnung wird der **verbeſſerte Calender** genannt, und iſt von dem gregorianiſchen darin unterſchieden, daß der Oſtertermin, welcher auf den Tag des erſten Vollmonds nach der Nachtgleiche geſetzt iſt, durch aſtronomiſche Ausrechnung beſtimmt werden muß. Uebrigens hat dieſer Calender mit dem gregorianiſchen einerley Art, die Tage zu zählen, aber er verwirft alle cycliſche Ausrechnungen und die Anwendung mitler Bewegungen bey Beſtimmung des Oſtertermins.

Der verbeſſerte Calender ward von allen evangeliſchen Fürſten in Teutſchland angenommen und auch zugleich in den teutſchen Provinzen, welche Schweden beſitzet, eingeführet. Der König in Dännemark nahm dieſe Zeitrechnung auch in ſeinen übrigen Staaten an, aber in Schweden befahl König Carl XII, daß der neue Stil durch eine nach und nach geſchehene Ausſchlieſſung der Schalttage eingeführet werden ſollte, und daß 1700 der Anfang damit gemacht werden ſollte, welches auch bewerkſtelliget ward. Dieſe Methode ward gleichwohl für undienlich befunden, indem Schweden nach derſelben 41 Jahre eine Zeitrechnung haben würde, die kein Volk gebrauchte oder verſtand, und da die

meiſten Calendermacher in Schweden die cycliſchen Rechnungen gebrauchten, ſo daß die Auslaſſung des erſten Schalttages ſie ſchon in Verwirrung brachte, ſo ward gleich die Auslaſſung der folgenden Schalttage verboten, und der 1700 ausgelaſſene ward 1712 im Februar wieder zugeſetzt, der dadurch 30 Tage und das ganze Jahr 367 Tage erhielte. Es dürfte nicht nöthig ſeyn, die Fürſchläge anzuführen, welche in Schweden zur Verbeſſerung des Calenders gemacht worden. Die Profeſſoren Spoles und Bilberg in Upſal und Quesnel in Lund haben ſich darum viele Mühe gegeben, aber es war dem Profeſſor Andreas Celſius vorbehalten, 1739 die angelegenſte Berichtigung des Oſtertermins durch aſtronomiſche Berechnung zu bewürken.

Celſius fand, daß es eine eben ſo triftige Urſache ſey, den ſchwediſchen Calender zu verbeſſern, daß das Diſating zu gehöriger Zeit gehalten würde, als es die rechte Feier des Oſterfeſtes ſelbſt war. Unſre Vorfahren fiengen ihr Jahr um die Winterſonnenwende an und nannten die längſte Nacht Hökenacht. Sie feyerten dann ihr gröſtes Feſt, welches ſie Jul nannten, und welches 20 Tage währte; daher zählet man noch den 20ſten Jultag für den lezten, und daher heiſſet auch der H. drey Königstag der 13te Tag, welches bey andern Chriſten nicht angenommen worden. Die Gothen nannten ihre Monathe Tungel, und rechneten, wie andre Völker, den Anfang der Tungel von der Zeit, da der Neumond zu ſcheinen anfieng. Der erſte Tungel im Jahr war Jultungel; der zweete Diſatungel. Das Neue Licht des erſten Monaths muſte der Winterſonnenwende am nächſten ſeyn, alſo konnte der erſte Monath nicht vor dem h. drey Königstage oder dem 13ten Tage noch auf denſelben zu Ende gehen; aber es konnte dieſer Julmonath auch nicht nach dem 13ten Tage z. E. den 14ten oder 15ten Jultag anfangen; denn die Nacht vor Julabend war Höckenacht, alſo muſte der nächſte Neumond der Sonnen-

nenwende, wenn er vor ſolcher Nacht einfiel entweder eben ſo nahe ſeyn an der Höckenacht oder Sonnenwende als der Neumond des 14ten Jultages oder näher als derſelbe. Daher hatten die Alten die Regel: Der Mond, welcher den 13ten Jultag am Himmel ſcheint iſt, Julmond und darauf folgt Diſtings Mond. Beym Vollmond des Diſatungels ward das berühmte Diſating in Upſal gehalten, wozu die Einwohner aus allen Landſchaften zuſammen kamen der allgemeinen Gerichtshaltung, Rathpflegung oder dem Markte, welches dann gehalten ward, beyzuwohnen. König Håkan verbot das Julfeſt der Heiden um das Weihnachtfeſt zugleich mit den übrigen Chriſten zu feyern, und das Diſting ward ſo gehalten, als wenn die Winterſonnenwende die Nacht vor dem 24ſten Dec. einfiel. Da alſo die Winterſonnenwende in der Julianiſchen Jahrrechnung im Jahr 1738 ſchon auf den 10. Dec. gerückt war, ſo wich das Diſating zu ſehr von ſeiner älteſten Einrichtung ab. - Es würde nämlich das Diſating aus dem angeführten Grunde am Ende des Februars und alſo kurz vor oder um die Zeit der Frühlingsnachtgleiche gehalten werden, welches mit der erſten Einrichtung ſtritte, nach welcher es ungefähr mitten im Winter gehalten werden ſollte. Man hatte Urſache zu befürchten und erfuhr es ſchon damals, daß um die Zeit des Diſtinges Weg und Schlittenbahn ſchlecht wurden. Dieſe Furcht würde nun bey dem Julianiſchen Calender immer gröſſer werden, wenn das Diſating nicht, wie anfangs, nach der Sonnenwende, ſondern nach dem Julfeſt beſtimmt ward. Dies ward 1739 von dem Könige bewilliget und zugleich auf des Prof. Celſius Vorſtellung verordnet, daß die Feyer des Oſterfeſtes nach dem verbeſſerten Calender eingerichtet werden ſollte, obgleich der alte Stil übrigens beybehalten ward.

Bey nähern Nachdenken fand man leicht, daß dieſe Vorbereitung die Einführung des neuen Stils nach ſich ziehen würde.

Denn nach der gegebenen Verordnung muſte es zuweilen geſchehen, daß das Diſating den 9. oder 10ten Januar einfiel, ſo daß diejenigen, welche weit zu reiſen hatten, nicht zu Markt kommen konnten, ohne ihre Reiſe in den Jultagen anzutreten, welches der gemeine Mann ungerne that. Wenn man noch hinzuſetzet, daß das Oſterfeſt ſich den Jultagen merklich genähert hatte, ſo daß man in dem Kirchenjahre eine Menge Sonntage nach Trinitatis einflicken muſte, ſo hatte Prof. **Strömer** gar zu wichtige Gründe bey dem Reichstage 1752 auf der Stände Vorſtellung des Königs Beyfall zu gewinnen und eine Verordnung zur Einführung des neuen Stils zu erhalten. Dies ward alſo in Schweden 1753 bewerkſtelliget. In England war der neue Stil das Jahr vorher angenommen.

Neuntes Capitel.

Vom Nutzen und Gebrauch der Globen.

§. 68.

Im zweyten und ſiebenten Capitel iſt die Einrichtung der Globen aufs genaueſte beſchrieben, ſo daß ihr Nutzen und Gebrauch leicht davon hergeleitet werden kann. Wenn man alſo einen Erdgloben vor ſich nimmt, ihn um ſeine Axe drehet und einen Ort unter den meßingenen Meridian ſtellet, ſo wird

1. Die Eintheilung des Meridians die Breite des Orts zeigen; denn die Gradzahl iſt von dem Aequator an bezeichnet, und man darf nur nachſehen, was für einen Grad des Meridians grade

grade über den gegebenen Ort ſtehet. Z. E. wenn Paris unter den Meridian geſtellet wird, ſo findet man deſſen Breite gegen 49°. Die aſtronomiſchen Beobachtungen geben ſelbige 48° 50′ 12″. Aber je kleiner die Globen ſind, deſto kleiner findet man auch die Grade auf dem meßingenen Meridian und deſto ſchwerer wird es, die Gradtheile für eines jeden Orts Breite genau zu beſtimmen. Zum allgemeinen Gebrauch iſt ſolches auch nicht ſehr nöthig, und wenn es gefordert wird, muß man zu den Landcharten gehen, welche die Lage angelegener Oerter weitläuftiger und umſtändlicher abbilden, nachdem man durch den Erdgloben einen allgemeinen Begriff davon erlangt hat.

2. Man findet auch bey dieſer Stellung des Globen, daß nämlich ein gewiſſer Ort unter dem Meridian iſt, die Länge deſſelben, wenn man nur bemerket, was für ein Punct des Aequators zugleich unter dem Meridian ſtehet. Z. E. wenn Paris unter dem meßingenen Meridian iſt, ſo iſt auch der 20ſte Grad des Aequators unter demſelben, alſo iſt die Länge von Paris ungefähr 20°. Durch die genaueſten Beobachtungen iſt dieſelbe 19° 53′ 45″ gefunden. Eben ſo findet man die Länge für Upſal auf dem Globen 35$\frac{1}{7}$ Grad, welche nach den Beobachtungen 35° 11′ 15″ iſt.

3. Da die Breite eines Orts ſeiner Polhöhe gleich iſt, ſo iſt nun auch ſchon erkläret, wie man die Polhöhe eines verlangten Orts findet. Das einzige muß noch hiebey hinzugeſetzt werden, wie man den Globen nach eines jeden Orts Polhöhe, das iſt, der Neigung der Himmelsſphäre gegen ſeinen Horizont gemäß ſtellen kann. Nämlich: Man hebet den Globen aus ſeinem Stativ, deſſen obere Ebene den Horizont des Orts vorſtellet, und wendet den Pol in die Höhe, welcher mit der Halbkugel, worin der Ort liegt, einerley Nahmen hat; alsdann ſetzet man den meßingenen Meridian wieder ſo in das Stativ, daß die Axe des Glo-

Globen mit dem Horizont einen Winkel macht, welcher der Polhöhe gleich iſt, ſo iſt der Globe nach des Orts Breite oder Polhöhe geſtellt. Dies iſt auch leicht zu bewerkſtelligen; man zählet von dem Punct des Meridians, unter welchem der Ort liegt, zu beyden Seiten 90° und ſtellet den Meridian ſo in das Stativ, daß dieſe Quadranten ſich genau an der Ebene des Horizonts des Stativs endigen. Zur noch gröſſern Bequemlichkeit hiebey iſt der meßingene Meridian auf allen Globen ſo abgetheilet, daß auf der einen Hälfte die Grade von den Polen nach dem Aequator und auf der andern von dem Aequator nach den Polen gezählet werden. Wenn alſo der Globe nach der Upſalſchen Polhöhe geſtellet werden ſoll, die ſehr nahe 60° iſt in der nordlichen Halbkugel, ſo wird der nordliche Pol über den Horizont und der 60ſte Grad unter denſelben an der einen Seite gegen die Ebene des Horizonts gebracht, aber an der andern Seite der 30ſte Grad vom Aequator bis zum Horizont geſetzt. Wenn dies geſchehen iſt, pfleget man den Erdgloben mit ſeinen Stativ ſo zu ſtellen, daß der meſſingene Meridian mit der Ebene des Meridians, wo man ſich befindet, zuſammenfalle, und der obere Pol gegen den ſichtbaren Pol gerichtet iſt.

4. Wenn der Globe, wie nun gelehrt worden, geſtellt iſt, kann man ihn rund um die Axe drehen, und mit einem Bleyſtift, welches man an dem Meridian in der Breite eines gegebenen Orts hält, auf dem Erdgloben den Parallel dieſes Orts auf dem Erdgloben zeichnen. Daraus kann man ſehen, welche Oerter auf der Erde mit dem gegebenen Orte einerley Breite haben. Z. E. Upſal hat faſt gleiche Breite mit der ſüdlichen Küſte von Schotland, denn die Breite von Upſal iſt 59° 51½ Min. und von Schotlands ſüdlichen Küſte ungefähr 59° 34′. Dicht über ſolchen Parallel iſt Petersburg, deſſen Breite iſt 59° 56′; Cap Farewell auf Grönland in America iſt ein wenig ſüdlich und

Bergen

Bergen in Norwegen ein wenig nordlich von dem Upſalſchen Parallel. Des erſtern Breite iſt 59° 37′ beobachtet worden; des leztern ungefähr 60° 10′. Alle dieſe Oerter haben einerley Sphäre oder Lage des Himmels, ſie haben auch einerley Climate und Jahrszeiten, das iſt, die Tageslänge iſt durch den ganzen Parallel gleich groß. (Vergl. §. 60. 62.)

5. Wenn ein Ort, wie Upſal unter den meßingenen Meridian geſtellt iſt, ſo daß die abgetheilte Seite deſſelben mitten über einen Ort gehet, ſo kann man nach derſelben Seite einen Meridian über den Erdgloben durch ſolchen Ort ziehen, und auf dem Globen ſehen, was für Oerter unter denſelbigen Meridian liegen. Alle diejenigen Oerter haben einen und eben denſelben Meridian oder in einem und eben demſelben Zeitpuncte Mittag in dem einen halben groſſen Circul, und Mitternacht in der andern Hälfte deſſelben. Die Längen aller dieſer Oerter ſind auch gleich oder der Unterſcheid ihrer Längen iſt 180°, nachdem beyde Oerter in einerley Hälfte oder in verſchiedenen Hälften des groſſen Circuls liegen. So findet man, daß der Meridian von Upſal nahe bey Cap Otranto iſt 35° 10′ und von Breßlau 34° 42′. Eben ſo gehet der Meridian von London an den Inſuln Amſterdam und Rotterdam, die ſüdlich von Aſien liegen, weg, denn die Länge von London iſt 17½ Grad und von den beyden Inſuln 197½ Grad. Nach den Beobachtungen iſt die Länge von London 17° 28′½ und nach Angabe der Seefahrer iſt die Länge der Inſul Amſterdam 197° 48′ und der Inſul Rotterdamm 197° 59′.

6. Wenn zween Oerter gegeben werden und beyder Länge und Breite auf jezt beſchriebene Art gefunden ſind, ſo hat man auch den Unterſcheid ihrer Breiten. Z. E. der Breitenunterſcheid zwiſchen Paris und Upſal iſt 11° oder genauer 11° 01′ 18″ und ſo viel iſt Upſal nordlicher als Paris. Der Längenunterſcheid dieſer Oerter wird in Zeit nach dem §. 12. verwandelt, ſo daß 15

Grade auf 1 Stunde, 15 Minuten auf 1 Zeitminute und 15 Secunden Längenunterſcheid auf 1 Secunde Mittagsunterſcheid gehen; alſo iſt der Mittagsunterſcheid zwiſchen Paris und Upſal 1 Stunde 01′ 10″. Dieſer Mittagsunterſcheid zeiget den Zeitunterſcheid der Uhr an verſchiedenen Orten, und wenn der Mittagsunterſcheid bekannt iſt, ſo findet man dadurch den Längenunterſcheid für ſelbige Oerter. Wenn aber der Unterſcheid der Längen und Breiten der Oerter gegeben iſt, ſo iſt es leicht, ihre Lage gegen einander zu finden. Denn wenn einer von ihnen beſtimmt iſt, ſo kann der Platz der übrigen durch die gegebenen Längen und Breiten derſelben ausgemacht werden. Z. E. Wenn Upſal auf einen Globen im 59° 51′ $\frac{1}{2}$ Breite gezeichnet iſt, und da die Breite von Paris 48° 50′ $\frac{1}{5}$ nebſt deſſen Mittagsunterſcheid in Zeit 1 St. 01′ 10″ oder 15° 17′ $\frac{1}{2}$ weſtlicher Längenunterſcheid gegeben iſt, ſo muß man Upſal unter den Meridian ſtellen, und den Globen von Weſten nach Oſten um 15° 17′ $\frac{1}{2}$ drehen und in 48° 50′ $\frac{1}{5}$ Breite unter dem meßingenen Meridian den Platz für Paris beſtimmen. Iſt die Länge von Upſal gegeben zu 35° 11′ 15″, ſo muß der weſtliche Längenunterſcheid von 15° 17′ $\frac{1}{2}$ für Paris von der Länge von Upſal abgezogen werden, und die übrigbleibende 19° 53′ 45″ iſt der Länge von Paris gleich, durch welche nebſt der gegebenen Breite der Platz für Paris auf ebengeſagte Art beſtimmt wird. Auf gleiche Art findet man die Stellen für alle Oerter, deren Länge und Breite gegeben iſt. Hieraus erhellet, wie angelegen es iſt, die Länge und Breite der Oerter zu kennen.

7. Wenn zween Oerter auf dem Erdgloben vorkommen, pfleget man oft verlangen, ihren Abſtand auf der Erdoberfläche zu wiſſen. Unter dieſen Abſtand kann nichts anders verſtanden werden, als die Gradzahl eines groſſen Circulbogens, welcher durch beyde gegebene Oerter gehet. Um ſelbigen zu finden, erhält man mit den Globen eine dünne meßingene Scheibe, welche in

in Grade abgetheilet iſt, deren Gröſſe den Graden der groſſen Circul des Globen gleich iſt; dieſe paſſet man über die gegebenen Oerter, ſo ſiehet man, wie viel Grade der Bogen hat, der zwiſchen den beyden Orten enthalten iſt. Z. E. Wenn man den Abſtand von Upſal und Liſſabon ſuchet, ſo findet man ihn auf angeführte Art ungefähr 27°. Solcher Abſtand kann auch durch die ſphäriſche Trigonometrie ausgerechnet werden, wenn die Breiten beyder Oerter ſammt ihren Längenunterſchied gegeben ſind; durch eine ſolche Rechnung findet man den Bogen des groſſen Circuls zwiſchen Upſal und Liſſabon 27° 03′ 05″.

§. 69.

Der Nutze und die Wichtigkeit, die Breiten und Längen der Oerter zu finden, fordert von uns, hier einige Arten anzuführen, wie ſelbige beſtimmt werden können. Es ſtelle (Fig. 87) PZHpO einen Meridian der himmliſchen Sphäre vor, Z ſey das Zenith eines Orts, HO der Horizont, Pp die Axe und EQ der Aequator; ſo iſt ZE der Breite des Orts und der Polhöhe PCO gleich. In S ſey ferner ein Stern beobachtet, und deſſen Höhe SH werde durch ein genaues Inſtrument abgemeſſen; man ziehe die Abweichung des Sterns SE von ſeiner Höhe SH ab, ſo bleibt EH übrig, das iſt, die Höhe des Aequators über den Horizont; aber wenn EH von HZ = 90° abgezogen wird, ſo findet man ZE oder die Breite des Orts. Wenn der Stern in s ſtehet und ſeine Höhe sH iſt beobachtet worden, ſo muß die Abweichung des Sterns sE zu der Höhe sH hinzugeſetzet werden, damit die Höhe des Aequators EH und daraus die Breite EZ bekannt werde.

Man findet auch die Breite des Orts, deſſen Zenith Z iſt, auf folgende Art. Es ſey ein Stern nicht weit von dem obern Pol P in dem Meridian bey R und r beobachtet, ſo daß die Ab-

ſtände deſſelben vom Zenith ZR und Zr gemeſſen worden; man ziehe ZR ab von Zr, theile den Reſt Rr in zween gleiche Theile, ſo iſt die Hälfte PR dem Abſtande des Sterns vom Pol gleich. Man addire PR und RZ, ſo iſt die Summe PZ dem Abſtand des Pols vom Zenith gleich. Wenn man nun PZ von $ZO = 90°$ abziehet, ſo erhält man die Polhöhe PO, welche der Breite ZE gleich iſt. Bey dieſer leztern Methode braucht die Abweichung des Sterns nicht bekannt zu ſeyn, ſondern es wird dieſelbe durch die doppelte Beobachtung über den Pol und unter denſelben erhalten. Denn PR iſt das Complement der Abweichung des Sterns. Wenn die Abweichung des Sterns in R oder r bekannt iſt, ſo kann man aus jedem Abſtande deſſelben ZR und Zr vom Zenith beſonders die Polhöhe oder Breite finden. Man ziehet nämlich Zr von $ZO = 90°$ ab, ſo iſt rO der Höhe des Sterns gleich. Dies rO ziehet man ab von rQ der Abweichung des Sterns, ſo iſt der übrigbleibende Bogen $OQ = EH$ dem Complement der Breite gleich.

Zur Erfindung der Breite gebraucht man gemeiniglich die Sonnenhöhe zu meſſen, dies geſchiehet beſonders von den Seefahrenden vermittelſt des halleyſchen Octanten. Dabey iſt zu bemerken, daß man die Höhe des Mittelpuncts der Sonne nicht meſſen kann, ſondern nur die Höhen des obern und untern Randes. Wenn alſo die Höhe des obern Randes gemeſſen iſt, ſo muß man den Halbmeſſer der Sonne davon abziehen, und dann weiter verfahren, wie bey Meſſung der Höhe eines Sterns in S oder s geſagt werden. Wenn aber die Höhe des untern Randes gemeſſen iſt, ſo muß man zu der gemeſſenen Höhe den Halbmeſſer der Soune addiren. Bey allen dieſen Beobachtungen, ſtöſſet man, auſſer der Schwürigkeit, genaue Inſtrumente zu bekommen, auf zwey Hinderniſſe; die eine iſt die Brechung der Lichtſtrahlen, die andre die Ungewißheit des Meridians. Die

Wür-

Würkungen der Strahlenbrechung zu finden, gehöret für die Aſtronomie, und nachdem nun dieſelbe ausgerechnet worden, ſo kann die angeführte Methode mit Zuverlaß zur Erfindung der Breiten gebraucht werden, wenn man die beobachteten Höhen nur nach den Strahlenbrechungstabellen berichtiget. Was die Beſtimmung der Mittagsebene betrift, ſo wird davon unten gehandelt werden, aber es iſt zur Beſtimmung der Breiten nicht ſo nöthig, dieſelben ſehr genau zu kennen; denn wenn die Höhen der Sterne aus dieſer Urſache gemeſſen worden, muß man das Inſtrument nach der täglichen Bewegung eines jeden Sterns richten, wenn er nahe am Meridian iſt, und dann ſeine gröſte Höhe ſuchen, wenn er an der Seite vom Pol, wo das Zenith liegt, durch den Mittagskreis gehet. Denn alsdenn kann man gewiß ſeyn, daß der Stern nahe am Meridian oder in demſelben beobachtet worden. Hiebey muß man gleichwohl erinnern, daß in dieſen Umſtänden die Breiten um einige Secunden unſicher werden, welches zum allgemeinen Gebrauch von keiner Bedeutung iſt. Ich übergehe hier auch die Berichtigung der Beobachtungen durch die Parallaxen, indem die Beobachtungen der Breite gemeiniglich an den Fixſternen gemacht werden, die keine Parallaxe haben, oder an der Sonne, deren Parallaxe in etwas groſſen Höhen ſo geringe iſt, daß ſie auſſer Acht gelaſſen werden kann; nachdem aber dieſelbe nun bekannt iſt, ſo iſt es auch leicht, ihre Würkung für die gemeſſenen Höhen zu berechnen, wenn es die Genauigkeit der Beobachtungen erfordert. Auſſerdem muß man bey genauern Beobachtungen die Abweichungen der Sterne von den Veränderungen befreyen, welche aus der Schwankung der Erdaxe und Abirrung des Lichts entſtehen. Z. E. 1760 den 5 May ward in Upſal die Höhe des Polſterns unter dem Pol 57° 53′ 10″ beobachtet, welche durch die Strahlenbrechung zu 57° 52′ 28″½ berichtiget wird. Damals war die ſcheinbare Abweichung dieſes Sterns 88° 01′ 00″$\frac{7}{10}$,

 alſo

alſo wird OQ für Upſal 30° 08′ 32″⅓ und die Breite 59° 51′ 27″½.

Die Unterſcheide der Längen oder Meridiane werden durch verſchiedene Methoden geſucht. Man weiß, daß die Uhr unter verſchiedenen Meridianen verſchiedene Zeiten weiſet; wenn alſo eine Erſcheinung vorfält, die an zween Orten in einem und eben demſelben Zeitpuncte geſehen werden kann, und man zeichnet an jeder Stelle die Zeit der Uhr an, ſo iſt der Unterſcheid, welcher ſich in der Zeitzählung aufgiebt, der Unterſcheid der Mittage. Hiebey kommt es auf zween Umſtände an. Zuerſt, daß die Erſcheinung an verſchiedenen Orten in einem und eben demſelben Zeitpuncte beobachtet werde; danächſt, daß die Zeit genau abgemeſſen ſey.

Die Erſcheinungen, welche zur Warnehmung der Längen gebraucht werden, ſind Mond- und Sonnenfinſterniſſe, Finſterniſſe der Jupitersmonden, Bedeckungen der Firſterne oder Planeten vom Monde, von einander und von Cometen; auſſerdem die ſcheinbaren Gänge der untern Planeten vor der Sonne über, welche ſich ſelten begeben.

Mondfinſterniſſe tragen ſich nicht oft zu und können den Mittagsunterſcheid nicht ſehr genau geben; denn viele Beobachter an einerley Orte urtheilen von dem Anfange und Ende derſelben ſehr ungleich. Sie ſind gleichfals in Beſtimmung der Zeit des Eintritts eines jeden Flecken in den Schatten der Erde oder der Zeit ſeiner Verfinſterung verſchieden. Daher iſt es nöthig, daß ſowohl Anfang als Ende einer Mondfinſterniß beobachtet werde, oder auch, daß der Eintritt eines Flecken in den Schatten und ſein Austritt aus demſelben wahrgenommen werde. Je mehr correſpondirende Beobachtungen von Immerſionen und Emerſionen der Mondflecken von zween Oertern gemacht ſind, deſto genauer findet man den Unterſcheid der Mittage, und daraus den Unterſcheid der Längen.

Jupiter

Jupiter hat vier Monden, und die werden oft verfinſtert. Daher iſt es bequemer, daraus die Unterſcheide der Mittage zu finden; beſonders können die Finſterniſſe des innerſten Mondes mit gröſter Genauigkeit beobachtet werden, weil deſſen Bewegung die geſchwindeſte iſt; aber die correſpondirende Beobachtungen müſſen doch mit Auswahl ausgeſucht werden, wenn der Mittagsunterſchied aufs genaueſte beſtimmt werden ſoll. Denn die ungleiche Güte der Inſtrumente, die Beſchaffenheit der Augen und des Geſichts bey verſchiedenen Beobachtern und die Ungleichheit der Luft können in dem Urtheile über den Zeitpunct der Erſcheinung viele Secunden Unterſchied an verſchiedenen Orten würken. Man würde von den Finſterniſſen der Saturnsmonden gleichen Nutzen haben; aber Saturns groſſer Abſtand von unſrer Erde erfordert die theureſten Inſtrumente, um ſolche Finſterniſſe beobachten zu können, daher ſind ſie noch nicht mit Fleiß beobachtet worden.

Wenn die Fixſterne von Planeten oder Cometen bedeckt worden, ſo wird dadurch der Mittagsunterſcheid der Oerter durch correſpondirende Beobachtungen beſtimmt werden können, aber ihre ſcheinbare Bewegung iſt ſehr langſam, ſo daß man bey Beobachtung der Bedeckungen einem merklichen Fehler oder einer Ungewißheit nicht ausweichen kann; deswegen gebraucht man lieber die Bedeckungen, welche durch den Mond geſchehen. Sonnenfinſterniſſe oder der Gang der untern Planeten vor der Sonne über, wenn ſie ſich zutragen, können ebenfals mit vielem Vortheile gebraucht werden, die Unterſcheide der Zeit oder des Mittags zu finden. Man hat n r dabey zu erwägen, daß die ungleichen Höhenparallaxen, beſonders bey dem Monde, welche an verſchiedenen Orten vorkommen, die Berechnung darüber ſehr weitläuftig und ſchwer machen, ſo daß man bey ſo verwickelten Rechnungen kaum vorſichtig genug ſeyn kann. Gegenwärtige Materie

läſſet es nicht zu, daß wir uns darüber in eine nähere Erklärung einlaſſen.

Nun haben wir noch der genauen Abmeſſung der Zeit für die Beobachtungen zu erwähnen. Die Aſtronomen gebrauchen dazu die Penduluhr, beſonders ſolche, die nach **Grahams** Einrichtung des Penduls ihren Gang von der Kälte und Wärme nicht verändern. Der Gang der Uhr pfleget gemeiniglich ſo genau nach der mittlern Zeit abgepaſſet werden, als geſchehen kann, ohne oft die Bewegung der Uhr zu ſtöhren. Danächſt muß ſie mit dem Durchgang der Sonne durch die Mittagsebene, welcher das wahre Mittagsmoment angiebt, verglichen werden. Dies Moment erhält man entweder durch **correſpondirende Sonnenhöhen** oder durch gebräuchliche **Gnomons** oder **Sonnenzeiger**, welche in der Mittagsebene eines jeden Orts eingerichtet worden. **Correſpondirende Höhen** heiſſen gleiche Sonnenhöhen vor und nach Mittage, davon die Zeitpuncte vermittelſt der Uhr beobachtet werden; der mittlere Zeitpunct zwiſchen beyden beobachteten Zeiten iſt die wahre Mittagszeit, wenn die Abweichung der Sonne zwiſchen beyden correſpondirenden Höhen nicht verändert worden; wenn aber die Abweichung der Sonne verānndert worden, muß der gefundene Mittag nach Anweiſung der Aſtronomie verbeſſert werden. Die Strahlenbrechung, welche vor und nach Mittage ungleich ſeyn kann, verurſachet hiebey eine kleine Unſicherheit, aber wenn die correſpondirende Höhen im Sommer genommen werden, wenn die Sonne höher über dem Horizont iſt, ſo verſchwindet dieſe Ungewißheit faſt gänzlich.

Die Sternkundige richten ihre Gnomons vermittelſt der correſpondirenden Höhen auf folgende Art ein. An einem hohen Orte, deſſen eine Seite gegen die Mittagsſonne liegt, das iſt, in der nordlichen Halbkugel gegen Süden, macht man durch oder bey dem Dache, und wenn ſolches unthunlich iſt, durch ein Fenſter

ein

ein Loch, ſo daß die Sonne zu Mittagszeit durch daſſelbe auf den Boden oder eine mit Fleiß gelegte horizontale Ebene ſcheinen kann; vor und nach Mittage nimmt man die Zeiten der correſpondirenden Sonnenhöhen nach einer guten Penduluhr, und um die Zeit, welche man ungefähr für die mittlere für jedes Paar correſpondirende Höhen hält, bemerket man verſchiedene Plätze, welche das Sonnenbild auf dem Boden einnimmt, mit den dazu gehörigen Zeitpuncten. Unter dieſen wird einer mit dem Mittagsmomente entweder eintreffen, oder man kann auch aus den abgezeichneten Plätzen des Sonnenbildes, denjenigen finden der zutreffen muß, und welcher der Mittagsplatz des Sonnenbildes iſt. Das Bild der Sonne auf dem Boden iſt oval, daher muß man beyde Ränder oder ihre Tangenten zeichnen, und die Linie, welche mitten zwiſchen denſelben und mit ihnen parallel läuft, gehet durch den Mittelpunct der Sonne. Wenn man alſo durch den Mittelpunct des Sonnenbildes und des oben erwähnten Lochs eine verticale Ebene leget, ſo iſt dieſelbe die Mittags- oder Meridian-Ebene. Daher muß man einen Cylinder in das Loch paſſen und durch die Axe des Cylinders einen feinen Faden bis zu den Mittelpunct des Sonnenbildes ziehen, danächſt auch aus der Axe des Cylinders eine Linie lothrecht auf den Boden herablaſſen, und den Punct bemerken, wo dieſe lothrechte Linie den Boden trifft, und durch ſelbigen und den Mittelpunct des Sonnenbildes eine grade Linie ziehen, ſo iſt die ſelbige die Mittagslinie deſſelben Orts, welche an den folgenden Tagen, und ſo oft man will, durch die Beſtimmung des Mittags aus correſpondirenden Sonnenhöhen und durch die Beobachtung des Zeitpuncts, da die gezogene Mittagslinie das Sonnenbild in zween gleiche Theile theilet, berichtiget wird. Wenn nämlich der Mittag aus den correſpondirenden Sonnenhöhen mit dieſem Zeitpuncte auf eine Secunde nach der Penduluhr zuſammentreffen, ſo iſt die gezogene Mittagslinie recht;

recht; wenn aber ſolches nicht geſchiehet, muß der Punct bey dem Sonnenbilde ſo lange verrückt werden, bis dieſe Zeitpuncte zuſammentreffen. Wenn der Boden oder die horizontale Ebene nicht lang iſt, ſo fällt das Sonnenbild auf die gegenüberſtehende Wand, und dann muß der Platz des Sonnenbildes daſelbſt bemerket, durch den Mittelpunct deſſelben eine ſenkrechte Linie herabgelaſſen und auf gleiche Art berichtiget werden. Der Bequemlichkeit wegen gebraucht man einen Haken, an welche die Lothlinie hänget, der mit Schrauben gerückt werden kann, bis ſie durch den Mittelpunct des rechten Mittagsſonnenbildes gehet. Bey der Sommerſonnenwende verändert ſich die Abweichung der Sonne nicht merklich, daher iſt ſolches die dienlichſte Zeit, die Mittagslinien zu ſuchen, wenn man nicht nach der Aſtronomie die Mittagscorrection finden kann.

Die Gründe, aus correſpondirenden Sonnenhöhen das Mittagsmoment zu ſchlieſſen, ſind §. 60. zureichlich erkläret worden. Dadurch findet man auch, daß die Zeit des Durchganges der Fixſterne durch den Meridian auf gleiche Art geſucht, und der Gang der Uhr damit eben ſo als mit der Sonne verglichen werden kann. Da aber ihr Licht nicht ſtark genug iſt ein Bild zu machen, welches ſichtbar wird, ſo muß man in der Ebene des Meridians ein Sehrohr ſetzen, um den Durchgang der Sterne durch daſſelbe zu ſehen, und die richtige Lage des Sehrohrs wird durch correſpondirende Höhen der Sterne erhalten und berichtiget. Ein ſolches Sehrohr pfleget auch auf einer Axe, die auf die Mittagsebene ſenkrecht und folglich zugleich horizontal iſt, befeſtiget werden, dann heiſſet dies Inſtrument ein **Tranſit-Inſtrument**, deſſen Lage ſo wie die Mittagslinie durch die Sonne oder durch Sterne berichtiget wird.

Man gebraucht die Mittagslinien nicht allein in der Aſtronomie, ſondern auch im gemeinen Leben. Daher ſind ſie nicht allein

allein auf aſtronomiſchen Sternwarten auf vorbeſchriebene Art gezogen, ſondern auch in vielen groſſen Städten zum allgemeinen Gebrauch eingerichtet. Auguſtus ließ durch einen Mathematiker, Manlius einen groſſen Obeliſken auf dem Marsfelde zum Gnomon einrichten, deſſen Höhe $116\frac{3}{4}$ römiſche Fuſſe geweſen ſeyn ſoll (a). Der Kaiſer Cobilay in China, des berühmten Gentchiſcan Enkel, ließ 1278 in Peking von Cocheouking einen Gnomon von 40 Fuß Höhe errichten (b). Der gröſte bisher bekannte Gnomon iſt vom Toſcanella zu Florenz errichtet einige Zeit vor 1482. Seine Höhe war $277\frac{1}{3}$ Fuß (c) Gaßendi ſoll in Marſeille 1636 einen Gnomon von $51\frac{2}{3}\frac{1}{6}$ Fuß errichtet haben (d). Einen andern berühmten Gnomon findet man in der Petronius Kirche zu Bologna. Er ward vom Dante 1575 auf 67 Fuß hoch eingerichtet, aber Caßini ließ denſelben 1615 zu $83\frac{1}{2}$ Fuß erhöhen. Pabſt Clemens XI. ließ vom Blanchinus 1701 in der Kirche eines Kloſters in Rom bey Diocletians Bade einen doppelten Gnomon machen. Der eine gegen Süden hatte $62\frac{1}{2}$ Fuß, der andre gegen Norden 75 Fuß Höhe. In der prächtigen Sulpitius Kirche in Rom machte Sully 1727 einen Gnomon, welchen Monnier 1747 verbeſſerte. Die kleinern Gnomons ſind nicht beſchrieben, man gebraucht ſie in vielen Handelsſtädten, die Uhr darnach zu ſtellen und in Ermangelung derſelben kleinere Mittagslinien, die mehr oder weniger Genauigkeit geben, nachdem ſie eingerichtet ſind.

Wegen der allgemeinen Nachfrage über das rechte Stellen der Uhr, welche oft an uns gelanget, würde es ſehr nützlich ſeyn, wenn in jeder Stadt in den Kirchen, Rathhäuſern oder Börſen ſolche

(a) Plin. Hiſt. Nat. L. 36. C. 10.
(b) Mem. Paris 1757.
(c) Ximenes Del vecchio e nuovo Gnomone Fiorentino 1757.
(d) de la Lande Aſtron. §. 2281 Par. 1771.

ſolche Gnomons errichtet würden. Damit man unterdeſſen zu ſeinen eigenen Behuf eine einigermaſſen ſichere Mittagslinie ziehen könne, wollen wir hier zwo Methoden anführen, welche dieſe Arbeit ſehr leicht machen. Geſetzt man verlanget von dem Puncte A (Fig. 88) eine Mittagslinie in der Ebene EFGH; ſo errichte man in A auf der Ebene EFGH einen ſenkrechten Stift oder Stange AS, und aus A verzeichne man mit Halbmeſſern, die gröſſer ſind als der Mittagsſchatten von AS die Circulbogen Bb, Cc, Dd, u. ſ. f. (e). Man gebe nun vor Mittage Acht, wenn das Ende des Schattens der Stange AS den Bogen Bb in B erreicht, und bemerke ſolches Punct; eben das thue man auch nach Mittage, ſo daß man das correſpondirende Punct b bemerke; alsdann theile man Bb in M in zwey gleiche Theile und ziehe AM, ſo wird AM die Mittagslinie ſeyn. Es iſt nicht nothwendig, aber der gröſſern Genauigkeit wegen dienlich, mehr Circulbogen Cc, Dd, u. ſ. w. zu ziehen und auf gleiche Art die correſpondirende Puncte C, c imgleichen D, d zu bemerken, welche in m, μ, in gleiche Theile getheilet werden. Wenn man nun Am, Aμ u. ſ. w. ziehet, ſo erfähret man, ob alle dieſe Linien zuſammenfallen, in welchem Fall, die Verrichtung als genau ausgeführt angeſehen werden kann; wenn ſolches aber nicht eintrifft, ſo muß man das Mittel von dieſen Linien für die Mittagslinie annehmen oder die Verrichtung von neuen anſtellen. Dieſe Methode iſt um die Sommerſonnenwende am zuverläßigſten, ſowohl wegen der Ungewißheit der Strahlenbrechung in kleinern Höhen in andern Jahrszeiten, als auch wegen der Mittagscorrection, welche bey den Nachtgleichen in den ſchwediſchen Climaten eine Unrichtigkeit von $\frac{1}{4}$ Grad in der Mittagslinie verurſachen

(e) Wenn der Stift AS gegen die Ebene EFGH nicht ſenkrecht iſt, muß man eine Lothlinie von S ziehen, und aus dem Puncte, wo die Lothlinie die Ebene trift die Circul Bb, Cc u. ſ. w. ziehen.

chen kann. Die Gründe dieſer Methode liegen in den gleichen und correſpondirenden Höhen der Sonne vor und nach Mittage. Denn wenn man SB, Sb; BA bA ziehet, ſo ſind die Winkel SBA, SbA den Höhen der Sonne gleich, da das Ende des Schattens auf die Puncte B und b fällt.

Die andre Methode beruhet auf die Anwendung des Polſterns zur Erfindung der Mittagslinie. Denn ob er gleich nicht in dem Pol ſelbſt lieget, ſondern ungefähr zween Grade davon abſtehet, ſo iſt er doch zweymahl im Tage im Meridian nämlich

den	1	Januar	über	den	Pol	um	6	Uhr
=	=	=	unter	=	=	=	18	=
=	14	=	über	=	=	=	5	=
=	=	=	unter	=	=	=	17	=
=	28	=	unter	=	=	=	16	= (f)
=	12	Febr.	unter	=	=	=	15	=
=	28	=	=	=	=	=	14	=
=	16	März	=	=	=	=	13	=
=	1	April	=	=	=	=	12	=
=	18	=	=	=	=	=	11	=
=	4	May	=	=	=	=	10	=
=	19	=	=	=	=	=	9	=
=	16	Julius	über	=	=	=	17	=
=	31	=	=	=	=	=	16	=
=	16	Auguſt	=	=	=	=	15	=
=	2	Sept.	=	=	=	=	14	=
=	18	=	=	=	=	=	13	=
=	5	Octob.	=	=	=	=	12	=
=	21	=	=	=	=	=	11	=
=	5	Nov.	=	=	=	=	10	=

 den

(f) In den ſchwediſchen Climaten wird es nicht möglich ſeyn, den Polſtern bey ſeinem obern Durchgange durch den Meridian vom 28 Jan. bis 16 Jul. mit bloſſen Augen zu ſehen; eben ſo wenig kann er bey ſeinem niedern Durchgange vom 19 May bis den 20 Nov. geſehen werden.

den	20 Nov.	über	den	Pol	um	9 Uhr
.	. .	unter	.	.	.	21 .
.	4 Dec.	über	.	.	.	8 .
.	. .	unter	.	.	.	20 .
.	10 Dec.	über	.	.	.	7 .
.	. .	unter	.	.	.	19 .

Wenn man alſo um die Zeit, da der Nordſtern im Meridian iſt, zween Faden ſenkrecht aufhänget, ſo daß ein Beobachter ſie beyde zugleich den Nordſtern bedecken ſiehet, oder daß die verticale Ebene durch beyde lothrechte Fäden durch den Polſtern gehet, ſo iſt die grade Linie zwiſchen beyden lothrechten Fäden die Mittagslinie. Eine ſolche Mittagslinie kann zum gemeinen Gebrauch ziemlich genau ſeyn, denn wenn man bey 60 Grad Polhöhe in der rechten Zeit 5 Minuten verfehlen ſollte, ſo iſt der Irrthum der Mittagslinie nicht gröſſer als 20 Gradſecunden oder $1\frac{1}{3}$ Zeitſecunden (g).

Wenn man auf dem Felde oder einem andern niedrigen Orte eine richtige Mittagslinie gezogen hat, ſo iſt es leicht vermittelſt eines Signals oder Zeichens an andern Oertern, die nicht weit davon liegen, nach derſelben daſelbſt Mittagslinien zu ziehen. Denn man richtet nur eine Stange lothrecht auf der gezogenen Mittagslinie auf und paſſet die Zeit ab, da der Schatten auf dieſelbige fällt; in dem Augenblick, welcher durch ein Signal bekant gemacht wird, bemerket man die Ecke des Schattens eines lothrechten Cörpers, es ſey ein Fenſterpoſt, oder eine mit Fleiß aufgerichtete Stange, oder einer Art Gnomon, und man kann ſich mit geringen Nachdenken in den Verſchiedenheiten finden, welche ungleiche Umſtände bey der Ausübung fordern.

§. 70.

(g) Unter einer Polhöhe von 70° iſt der Irrthum ein Winkel von 20 Secunden, wenn man die Zeit des Durchganges des Polſterns durch den Meridian um $3\frac{1}{2}$ Zeitminuten verfehlet. In der Polhöhe von 50 Grad verurſachen $6\frac{1}{3}$ Minuten Fehler in der Zeit des Durchgangs des Polſterns durch den Meridian nur einen gleichen Fehler in der Lage der Mittagslinie.

§. 70.

Wenn wir uns nun zur Betrachtung des Himmelsgloben wenden, ſo ergiebet der erſte Anblick, daß dieſelbigen Aufgaben, welche §. 68 von dem Erdgloben erkläret worden, auch auf gleiche Art auf den Himmelsgloben angewandt werden können. Nämlich

1. Man findet eines Sterns Abweichung, wenn man ihn unter den meßingenen Meridian führet. Z. Ex. Arctur ſcheinet 20$\frac{1}{3}$ nordliche Abweichung zu haben. Aſtronomiſche Beobachtungen und Rechnungen geben dieſelbe 20° 21′ 06″ für den Anfang des Jahrs 1780.

2. Die abgetheilte Seite des meßingenen Meridians ſchneidet den Aequator in dem Puncte, welcher die grade Aufſteigung des Sterns iſt. Z. E. den Arctur in 211$\frac{1}{3}$ Grade; dieſelbe iſt im Anfange des Jahrs 1780 genau 211° 25′ 05″. Hiebey iſt zu merken, daß die grade Aufſteigungen und Abweichungen der Sterne durch die Fortrückung der Puncte der Nachtgleichen verändert werden, und daß ſie alſo auf dem Globen für eine gewiſſe Jahrzahl geſtochen werden müſſen. Der Kupferſtecher Ackermann hat die grade Aufſteigungen und Abweichungen der Firſterne auf den gröſſern Globen für den Anfang des Jahrs 1780 geſtochen, damit ſie mit Vortheil längere Zeit gebraucht werden können; ſolches iſt ſeitdem auch in Paris von Vaugondy geſchehen.

3. Wenn, ſo wie bey dem Erdgloben gezeiget worden, an den meßingenen Meridian in der Abweichung eines Sterns ein Bleyſtift gehalten und dann der Globe um ſeine Axe gedrehet wird, ſo wird der Parallel eines ſolchen Sterns gezeichnet, der durch alle Sterne gehet, die mit demſelben gleiche Abweichung haben. So gehet der Parallel vom Arctur nordlich bey dem β des Widders, deſſen nordliche Abweichung 19° 43′ 37″ iſt, aber ſüdlich bey dem ζ der Zwillinge, welcher eine nordliche Abweichung von 20° 52′ 40″ hat.

4. Der meßingene Meridian zeiget gleichfals, welches die Sterne ſind, die eben dieſelbe grade Aufſteigung haben oder die in der graden Aufſteigung 180° unterſchieden ſind. Z. E. das λ der Jungfrau hat eine nur wenig gröſſere grade Aufſteigung als Arctur, nämlich 211° 48′½. Aber γ im nordlichen Dreyecke, hat eine grade Aufſteigung, die 180° geringer iſt, nämlich 31° 04′ 21″. Man wird auch leicht denken, daß die Sterne, welche einerley grade Aufſteigung haben, und deren grade Aufſteigung 180° unterſchieden iſt, auf einmahl im Meridian erſcheinen, wenn ſie über dem Horizont ſtehen, nur mit dem Unterſcheide, daß die erſtern an einer Seite des Pols ſtehen und die leztern an der andern.

5. Wenn die Sterne ungleiche Abweichung haben, ſo findet man den Abweichungsunterſcheid auf dem Himmelsgloben, ſo wie den Breitenunterſcheid der Oerter auf dem Erdgloben. Z. E. Der Abweichungsunterſcheid zwiſchen dem Arctur und Regulus iſt ungefähr 7° ⅓, aber nach dem Sternverzeichniſſe 7° 18′ 47″.

6. Den Unterſcheid der graden Aufſteigung zweer Sterne zu finden, verfähret man eben ſo, als man den Mittagsunterſcheid zweer Oerter auf dem Erdgloben ſucht. Z. E. Arctur hat 211⅓ Gr. grade Aufſteigung auf dem Himmelsgloben, aber Aldebaran 65¼ Gr.; wenn man alſo die leztere von der erſtern abziehet, ſo iſt der Unterſcheid der graden Aufſteigungen 145° $\frac{8}{15}$, und im Sternverzeichniſſe 145° 35′ 25″.

7. Der Abſtand der Fixſterne von einander iſt unveränderlich nach Anleitung deſſen, was §. 58. 59. gelehrt worden. Es wird alſo beſtändig vortheilhaft ſeyn, ihn zu kennen. Ob nun ſelbiger gleich nicht genau auf dem Globen beſtimmt werden kann, ſo iſt er gleichwohl deſto merkwürdiger; denn wohleingerichtete Globen, ſie mögen ſo alt ſeyn als ſie wollen, ſind allezeit denſelben zu finden brauchbar. Der an den Himmelsgloben befeſtigte

te gewöhnliche Höhenquadrant wird hierzu auf gleiche Art gebraucht, wie auf dem Erdgloben den Abſtand der Oerter zu finden. Wenn man z. E. den Abſtand zwiſchen den Arctur und der Leyer, den helleſten Stern der Harfe ſucht, ſo legt man den Höhequadranten oder die dünne meßingene Scheibe mit ihrer abgetheilten Seite an den Arctur und paſſet den Anfangspunct an den Stern, alsdann drehet man den Quadranten bis dieſelbige Seite über die Leyer gehet, ſo zeiget der Höhenquadrant, daß der Abſtand ungefähr 59¾ Gr. iſt. Die trigonometriſche Ausrechnung giebt dieſen Abſtand 59° 44′ 46″½. Wenn der Abſtand gröſſer als 90° iſt, ſo kann der Höhenquadrant nicht gebraucht werden, ſondern man muß ſich eine längere Scheibe ſchaffen, deren Gradzahl zureichlich groß iſt, aber ſo daß die Grade den Graden der groſſen Circul gleich ſind.

Wir müſſen hier noch der ſcheinbaren Veränderungen der Sterne wegen der Vorrückung der Nachtgleichen, Schwankung der Erdaxe und Abirrung des Lichts erwähnen. Von dieſen ſind die Würkungen der zwo leztern allezeit ſo geringe, daß ſie auf den gewöhnlichen Globen nicht geſucht oder bemerket werden können; aber die Folgen der Vorrückung der Nachtgleichen müſſen für eine gröſſere Länge von Jahren allzu bedeutend werden, und können alſo nicht auſſer Acht gelaſſen werden. Gleichwohl kann man dieſelbe auf einen Himmelsgloben nicht ausmachen, ehe wir erkläret haben, wie die Längen und Breiten der himmliſchen Cörper auf dem Globen ausgefunden werden müſſen. Wenn der Himmelsglobe auf die Polhöhe von 66° 32′, wie §. 68. bereits gelehrt worden, geſtellt iſt, und die Coluren der Sonnenwende unter den meßingenen Meridian, aber der Anfangspunct des Widders in Oſten lieget, ſo wird die Ecliptik mit dem Horizont zuſammen fallen. Alsdann befeſtiget man den Höhequadranten grade in dem Pol der Ecliptik, der nun auch das Zenith des

Hori-

Horizonts iſt, vermittelſt eines Haken, der mit Fleiß in dem oberſten Ende des Quadranten angebracht iſt, und auf den meßingenen Meridian paſſet, ſo wird das andre Ende des Quadranten in den Circul der Eccliptik treffen. Daher

8. wenn die eingetheilte Seite des Höhenquadranten durch einen Stern geleget wird, ſo wird man auf denſelben die Breite des Sterns ſehen. Z. E. Wenn der Höhenquadrant auf dem Arctur geleget wird, ſo findet man deſſen Breite auf dem Globen beynahe 31°, welche in dem Sternverzeichniſſe 30° 54′ 31″ iſt.

9. Mit eben der Mühe erhält man auch die Länge des Sterns, wenn man nachſiehet, wo der Höhequadrant den Circul der Eccliptik ſchneidet. Z. E. für den Arctur iſt die Länge 201° $\frac{1}{5}$ auf oberwähnten Globen, welche in dem Sternverzeichniſſe für den Anfang des Jahrs 1780 iſt 201° 09′ 55″.

10. Man ſiehet auch ebenfals, wenn einige Sterne in der Halbkugel, welche nun über die Eccliptik iſt, einerley Länge haben. Z. E. der Höhequadrant, der auf den Arctur geſtellt iſt, gehet auch durch das β des Boots, daher hat dieſer Stern mit dem Arctur einerley Länge. In dem Sternverzeichniſſe iſt die Länge für dies β 201° 08′ 33″.

11. Wenn man an ein Punct des Höhequadranten ein Bleyſtift hält, und ohne den Globen in Bewegung zu ſetzen den Quadranten mit dem Bleyſtift um den Pol der Eccliptik beweget, ſo beſchreibet man einen Breitencircul, und man findet, welche Sterne einerley Breite haben. Z. E. Wenn in der Breite des Arcturs ein Breitencircul gezeichnet wird, ſo findet man, daß das β im Pegaſus ein wenig nordlicher iſt, ſeine nordliche Breite iſt 31° 08′ 12″ im Sternverzeichniſſe.

12. Die Unterſcheide der Breiten müſſen hier auf gleiche Art auf dem Höhequadranten geſucht werden, als die Unterſcheide der Abweichungen auf dem meßingenen Meridian, nur mit dem Unterſchei-

terſcheide, daß hier der Globe um ſeine Axe gedrehet ward, dort aber der bewegliche Quadrant um ſeine kleine Axe gedrehet wird. Man ſuchet hier gleichfals die Unterſcheide der Längen auf der Ecliptik, wie oben die Unterſcheide der graden Aufſteigungen oder der Mittage der Oerter auf dem Aequator §. 68. So findet man den Breitenunterſcheid zwiſchen dem Arctur und der Leyer 30° ¾, welcher nach dem Sternverzeichniſſe 30° 50′ 19″ iſt. Der Längenunterſcheid zwiſchen denſelben iſt auf dem Globen ungefähr 81° und im Sternverzeichniſſe 81° 03′ 51″.

Damit man die Breitenunterſcheide deſto leichter erhalten könne, ſo ſind auf allen Globen durch jeden fünften oder wenigſtens zehnten Grad Breitenkreiſe gezeichnet, und aus eben der Urſache gehen durch die Pole der Ecliptik und jeden fünften Grad dieſer Kreiſe groſſe Kreiſe, welche die Breitenkreiſe ſenkrecht ſchneiden, und die Oberfläche der Globen in Rauten abtheilen §. 54. Wenn nämlich ein Stern in einer ſolchen Raute gezeichnet iſt, und man miſſet ſeinen Abſtand von dem nächſten Breitenkreiſe, ſo erhält man ſeine Breite. Z. E. Arctur iſt gegen einen Grad über den Breitenkreis der durch den 30ſten Grad nordlich von der Ecliptik gehet, alſo iſt ſeine nordliche Breite faſt 31°. Die Längen findet man auf gleiche Art: z. E. man ſiehet, daß Arctur mehr als den fünften Theil der Breite der Raute, das iſt, einen Grad öſtlich von dem Längenkreiſe iſt, der durch den 210ten Grad gehet. Dieſe Circul dienen auch dazu, die Unterſcheide der Breite und Länge zu finden, welches man aus dem vorhergehenden leicht begreifen kann. Eben ſo wenig gebraucht es einer weitern Erklärung zu lehren, wie man die Abweichungen und graden Aufſteigungen für jede zween Sterne durch die gezeichnete Paralleie des Aequators und durch die Abweichungskreiſe, welche durch die Pole und jeden fünften Grad des Aequators gehen, ausrechnen kann (§. 54), eben ſo wie die Längen und Breiten der

Oerter auf dem Erdgloben durch ſolche Arten Kreiſe, die darauf gezeichnet ſind, erhalten werden §. 11.

Nun wollen wir zu demjenigen, was oben von dem Fortrücken der Nachtgleichen in langer Zeit von Jahren geſagt worden, zurückkehren. In einer Zeit von 2000 Jahren werden nämlich die Längen der Sterne um 27° 56′ 40″ verändert oder vergröſſert werden. §. 59. Man kann alſo auf dem Globen nicht ſehen, wie ihre Lage vor 2000 Jahren geweſen iſt. Ihre Abweichungen und grade Auſſteigungen ſind damals ganz ungleich geweſen. Wenn aber der Globe, wie eben gezeiget worden, geſtellt iſt, die Längen und Breiten der Sterne zu finden, wenn man z. E. die Breite Arcturs ungefähr 31° gefunden hat, und man ſchiebet den Höhequadranten 27° 56′$\frac{1}{3}$ zurück, ſo wird der Höhequadrant ungefähr auf 173$\frac{1}{3}$ Gr. ſtehen, welches damals die Länge Arcturs geweſen iſt; mit eben der jetzigen Breite findet man alſo ſeinen vor 2000 Jahr ihm zukommenden Platz. Wenn man alſo dieſen Platz bemerket, ſo wird man aus der Abweichung und graden Auſſteigung deſſelben auch erkennen, wie Arctur vor ſolcher Zeit gegen den Aequator und die Coluren der Nachtgleiche gelegen habe. Man findet dadurch, daß ſeine Abweichung ungefähr 31° geweſen und ſeine grade Auſſteigung 188°$\frac{1}{3}$. Durch eine genauere Rechnung, wobey auch die Veränderungen in der Neigung der Ecliptik in Betrachtung gezogen worden, habe ich ſolche Abweichung 30° 42′ 48″$\frac{1}{2}$ und die grade Auſſteigung 188° 24′ 22″ gefunden, welches weit von dem abgehet, was wir oben für den Arctur auf das Jahr 1780 angegeben und gefunden haben, aber auch zugleich zeiget, wie ſich die Lage der Sterne gegen den Aequator und die Coluren verrücket.

So wie man nun auf dem Globen den Ort des Arcturs vor 2000 Jahre gefunden hat, auf gleiche Art kann man den Ort der Planeten beſtimmen, wenn ihre Länge und Breite gegeben iſt, und

und daraus ihre Abweichungen und grade Aufſteigungen, wie eben gezeiget worden. Man ſiehet hieraus, was der Himmelsglobe vor einen Nutzen haben kann, in Abbildung der rechten Geſtalt des Himmels. Wir würden auch die Würkung der Parallaxen und Strahlenbrechungen beſtimmen und den wahren Ort der Himmelscörper in den ſcheinbaren verändern können, wenn die Globen von noch gröſſern Durchmeſſern verfertiget würden, ſo daß die Minuten und ihre Theile von groſſen Circuln merkbar würden; aber da man ſelten Globen gebrauchet, deren Durchmeſſer gröſſer als 2 Fuß ſind, und da die Parallaxen und Strahlenbrechungen beſonders in groſſen Höhen klein ſind, ſo dienet es faſt zu nichts, ſich damit bey dem Gebrauch der Globen zu befaſſen. Angelegener wird es, zu betrachten, wie die täglichen Bewegungen vermittelſt der Globen erläutert und angewandt werden können, wozu uns nun unſre Abhandlung führet.

§. 71.

Es ſey der Globe alſo für einen gegebenen Horizont geſtellet, oder auf eine gewiſſe Polhöhe (§. 68. N. 3.); ſo müſſen wir unterſuchen, wie derſelbe alle Merkwürdigkeiten zeigen kann, welche von der Lage der himmliſchen Sphäre und ihrer ſcheinbaren Umdrehung entſtehen.

1. Müſſen wir bemerken, daß alle Sterne durch das Zenith gehen, deren Abweichung der Breite des Orts gleich iſt, für welchen der Globe geſtellt iſt. Z. E. wenn der Globe für die Breite von Upſal geſtellt iſt, ſo ſiehet man bey deſſen Umdrehung um die Axe, daß das γ in der Caßiopea, ι und ϑ im Drachen, ſüdlich nahe am Zenith vorbey gehen, und daß das α im Cepheus unter den gröſſern Sternen gegen Norden dem Upſalſchen Zenith am nächſten komme (a).

 2. Wenn

(a) Im Jahr 1780 iſt die Abweichung des γ in der Caßiopea 59° 31′ 15″;

2. Wenn die obere Ebene des Stativs den Horizont vorſtellet, ſo werden die Sterne nicht untergehen, welche bey der ganzen Umdrehung des Globen über den Horizont bleiben, das iſt, alle Sterne deren Abweichung gröſſer iſt, als das Complement der Breite oder der Winkel des Aequators mit dem Horizont, welcher die Höhe des Aequators genannt wird. Alſo werden in Upſala alle Sterne deren Abweichung gröſſer iſt, als 30° 08′ 30″ nie unter den Horizont kommen, das ε des Hercules iſt unter den gröſſern Sternen derjenige, welcher dem Horizont am nächſten kommt (b).

3. Bey dem nordlichen Pol iſt einer kleiner meßingener Cirkel auf den Globen befeſtiget, der in 24 oder zweymahl 12 gleiche Theile eingetheilet iſt. Dieſer Circul heiſſet der **Stundencircul** und ſeine Theile, **Stunden**; (c) auf den gröſſern Globen ſind die Stunden noch in halbe und Viertheil Theile abgetheilet. Der meßingene Meridian ſchneidet dieſen Circul und die Durchſchnittspuncte ſind an beyden Seiten des Pols mit 12 bezeichnet. Von da an werden die übrigen Stunden nach Weſten 1, 2, 3 u. ſ. w. gezählet. An der Axe des Globen iſt ein Zeiger befeſtiget, der während der Umdrehung des Globen über alle Stunden läuft, und anzeiget, wie die Stunden bey der täglichen Bewegung verſtreichen. Wenn ein Stern über den Pol oder gegen Süden unter dem meßingenen Meridian geſtellt, der Zeiger zugleich auf 12 nach Süden geſetzt iſt, und der Globe wird nach Weſten nach der Richtung der täglichen Bewegung umgedrehet, bis der Stern gegen die Ebene des Horizonts kommt, ſo wird der Zeiger anzeigen, wie viel

15″; des ι im Drachen 59° 44′ 33″; des ϑ, 59° 09′ 17″; des α, Cepheus 61° 39′ 30″.

(b) In ſelbigem Jahre iſt die Abweichung des ε Hercules 31° 15′ 45″ ½.

(c) Die Abweichungscircul, welche dieſen Stundencircul in ſeine 24 Theile theilen, bekommen auch den Nahmen der Stundencircul. Vergl. §. 53.

viel Stunden verſtreichen von der Zeit an, da der Stern im Meridian war, bis er am Horizont untergehet, welches der halbe Tagcircul des Sterns genannt wird, indem der Stern eben ſo viel Zeit hat anwenden müſſen, von ſeinem Aufgange bis zum Meridian zu kommen. Z. E. wenn der Globe für die Breite von Upſal geſtellt iſt, und Arctur wird unter dem meßingenen Meridian gegen Süden und der Zeiger nach derſelben Richtung auf 12 geſetzt, wenn dann der Globe umgedrehet wird, bis Arctur nach den Horizont hinabkommt, und alsdann ſtille gehalten wird, ſo wird der Zeiger auf 8⅔ Stunden ſtehen, welches 130 Grad für den halben und 260 Gr. für den ganzen Tagcircul des Arcturs macht (d). Daher bleiben nur 100 Gr. für den ganzen oder 50 Gr. für den halben Nachtcircul Arcturs übrig oder 3⅓ Stunden. Das will ſo viel ſagen, Arctur iſt bey einer Umdrehung der himmliſchen Sphäre, oder in einem Sterntage 17⅓ Stunden über den Horizont von Upſal und 6⅔ Stunden unter denſelben. Auf gleiche Art findet man die Zeit für einen jeden Stern, welche er über und unter den Horizont in der Breite von Upſal zubringet, und es erhellet auch gleich, daß die Sterne, welche gleiche Abweichung haben, auch gleich lange über den Horizont ſeyn und folglich auch gleich lange unter demſelben zubringen werden. Man kann eben dieſe Unterſuchung für jeden beliebigen Horizont anſtellen. Wir merken nur noch an, daß für zween Oerter, welche gleich groſſe Breite in ungleichen Halbkugeln haben, der eine nämlich in der nordlichen der andre in der ſüdlichen, die Tagcircul mit den Nachtcirculn umwechſeln. So iſt in 59° 51′ 30″ ſüdlicher Breite der Tagcircul Arcturs 100°, und dagegen ſein Nachtcircul 260°. Wenn der Unterſcheid der Breiten

 ſolcher

(d) In der Breite von Upſal findet man für den Arctur, wenn ſeine Abweichung 20° 22′ 57″ iſt, wie ſie 1780 gefunden wird, den halben Tagcircul 129° 47′ nach trigonometriſcher Rechnung. Alſo iſt Arctur 17 St. 18′ 16″ über den Horizont.

ſolcher Oerter 180° iſt, ſo heiſſen die Bewohner Gegenfüſſer, und da wird es geſchehen, daß die Sterne für die Gegenfüſſer aufgehen, wenn ſie für den Horizont des gegebenen Orts aufgehen.

4. Es iſt ſehr merkwürdig, die Zeit zu wiſſen, welche ein Stern über und unter dem Horizont eines Orts zubringet; aber noch merkwürdiger iſt es, ſolches von der Sonne zu wiſſen, beſonders für den längſten Tag. Da nun in der nordlichen Halbkugel der längſte Tag einfällt, wenn die Sonne in den Krebs tritt, ſo muß man den 90° der Eccliptik unter den Meridian ſtellen, wenn der Ort in der nordlichen Halbkugel liegt, und nachher ſo zu Werke gehen, wie eben geſagt worden; ſo wird man die Anzahl der Stunden für den längſten Tag finden, und folglich das Clima darin der Ort liegt. So erhält man für den längſten Tag in Upſal nahe an 18½ Stunden, oder nach der genaueſten Rechnung 18 Stunden 27 Min. 4½ Sec. wenn die Schiefe der Eccliptik 23° 28′ iſt, alſo liegt Upſal im 13ten Clima, aber näher an dem 14ten als 12ten. Auf ſelbige Art findet man die Tageslänge, wenn die Sonne in einem andern Puncte der Ecclipetik iſt. Z.E. wenn die Sonne in den Stier, oder die Jungfrau tritt, iſt die Länge des Tages in Upſal 14¾ Stunden; wenn ſie aber im Anfange der Zwillinge oder des Löwen iſt, hat Upſal 17¼ Stunden Tag (e). Dagegen iſt die Tageslänge in Upſal 9¼ Stunden, wenn die Sonne in den Scorpion oder die Fiſche tritt, und nur 6¾ Stunden, wenn ſie in dem Schützen und Waſſermann kommt.

Man kann auch die vorhergehenden Aufgaben bey dem Globen umkehren.

5. Wenn ein Stern durch das Zenith eines Orts gehet und ſeine Abweichung iſt bekannt, ſo findet man die Breite des Orts.

Z.E.

(e) Wenn die Schiefe der Ecclиptik zu 23° 28′ angenommen wird, ſo iſt in Upſal die Tageslänge 14 St. 43′ 51″½, wenn die Sonne in den Stier oder die Jungfrau tritt; aber bey dem Eintritt der Sonne in die Zwillinge und den Löwen iſt die Tageslänge 17 St. 14′ 01″.

Z. E. wenn Arctur nahe an das Zenith eines Orts vorbey gehen ſoll, ſo muß die Breite deſſelben ungefähr 20°$\frac{1}{3}$ nordlich vom Aequator oder genauer 20° 22′ 57″ ſeyn; welches ſich aus der Vergleichung mit dem Erdgloben für die Inſuln Hiſpaniola, Cuba, für Mexico in America und Tonquin in Indien paſſet.

6. Wenn man die Breite des Orts ſucht, an welchem ein Stern nicht unter den Horizont gehet, ſondern ihn nur berühren kann, ſo muß man das Complement der Abweichung des Sterns nehmen, und auf der Erdkugel die Oerter ſuchen, welche eine ſo groſſe Breite haben. So kann Arctur nicht untergehen, ſondern muß nur den Horizont der Oerter berühren, die 69° 37′ 03″ Breite haben, welches in Lappland bey Naſſau Sund die 69° 55′ Breite, und in den nordlichſten Theilen von Norwegen, als zu Wärdhus, ſtat hat, deſſen Breite nach Pater Hells Beobachtungen 70° 22′ 35″ iſt. Alle Oerter, die eine gröſſere Breite haben, als 69° 37′ 03′, behalten den Arctur beſtändig über dem Horizont.

7. Wenn die Abweichung eines Sterns gegeben iſt, und es wird verlanget die Polhöhe zu finden, wenn der halbe Tagcircul zugleich bekannt iſt, ſo muß man zuerſt den Stern unter den Meridian ſetzen und den Zeiger des Stundencirculs auf 12 ſtellen, wie Num. 3. dieſes §.; alsdann muß man den Globen umdrehen, ſo daß der Zeiger des Stundencirculs auf die halbe Länge des Tagcirculs in Zeit ſtehe, und den Globen in dieſer Lage feſt halten; endlich verſuchet man den Globen für verſchiedene Breiten zu ſtellen bis der Stern gegen die obere Ebene des Stativs oder des Horizonts paſſet. Z. E. wenn Arcturs halber Tagscircul 129° 47′ iſt, ſo muß die Polhöhe 59$\frac{7}{8}$ Grad oder genauer 59° 51′ 30″ ſeyn. Eben ſo findet man die Abweichung des Sterns, wenn die Polhöhe und der Tagcircul gegeben iſt. Nämlich man ſtellet den Zeiger auf 12, wie vorher, ſiehet nach, welche Sterne unter dem

dem Meridian ſtehen, und drehet den Globen um, bis der Zeiger die Länge des halben Tagcirculs in Stunden des kleinen Stundencirculs bemerket; endlich hält man dann den Globen feſt, und ſuchet nach, welcher von den Sternen, die im Meridian ſtanden, als der Zeiger auf 12 ſtand, nun im Horizont ſtehet. Z. E. wenn die Polhöhe 59° 51′ 30″ iſt, und der halbe Tagcircul 129° 47′, ſo wird Arctur im Horizont ſtehen, oder die Abweichung des Sterns wird 20° ⅓ ſeyn oder genauer 20° 22′ 57″.

8. Wenn der längſte Tag eines Orts gegeben iſt, ſo iſt es leicht deſſen Breite zu finden. Denn die Abweichung der Sonne an dem längſten Tage iſt 23° 28′ und die halbe Tageslänge giebt den halben Tagcircul der Sonne oder eines Sterns, deſſen Abweichung 23° 28′ iſt. Z. E. wenn der längſte Tag 18 St. 27 Min. 4½ S. iſt, und alſo der halbe Tagcircul der Sonne 138° 23′ 03″, ſo iſt die Breite des Orts 59⅚ Gr. oder genauer 59° 51′ 30″. Wenn die halbe Tageslänge für einen Ort nebſt der Abweichung der Sonne gegeben iſt, findet man auf gleiche Art die Breite des Orts. Z. E. wenn die halbe Tageslänge 7 St. 21 Min. 56 Sec. und die Abweichung der Sonne zu 11° 29′ 05″ gegeben iſt, ſo iſt die Polhöhe der Upſalſchen gleich.

Auf ſolche Art kann man den Globen zur mechaniſchen Auflöſung aller Aufgaben gebrauchen, welche in der ſphäriſchen Trigonometrie vorkommen können, welches in folgenden Paragraphen noch mehr zu Tage geleget werden ſoll.

§. 72.

Im vorhergehenden Capitel iſt der Calender oder die Zeitrechnung erkläret werden. Dieſen Calender findet man auf dem Horizont des Globen gezeichnet, die Monathe in ihrer Ordnung, jeder mit ſeinen Tagen und allen unbeweglichen Feſten. Auſſerdem ſind viele Tage angemerkt, welche für die Geſchäfte des Landes

des nach den verſchiedenen Jahrszeiten oder für beſondere Haushaltungen merkwürdig ſind. Nämlich

den	13 Januar.	Canut, welcher der 20ſte Jultag heiſſet
=	12 März.	Gregorius.
=	14 April.	Tiburtius.
=	25 =	Marcus.
=	18 May.	Erich, oder König Erich des Heiligen Tag.
=	12 Jun.	Eſchill von Viſch. Eſchill.
=	29 Jul.	Olaus.
=	10 Aug.	Laurentius.
=	10 Nov.	Martin Luther.
=	13 Dec.	Luciä.

Zu deſto gröſſerer Deutlichkeit dieſes Calenders auf dem Horizont iſt inwendig ein Circul gezogen und in ſeine Grade abgetheilet, welche nach beyden Seiten von 0 bis 360 Grad gezählet werden. Danächſt lieget ein breiter Ring, der an beyden Gränzen mit Circuln eingefaßt iſt, die in Grade abgetheilet ſind. Dieſer Ring iſt in zwölf Zeichen der Eccliptik abgetheilet, deren Nahmen dabey geſetzt ſind, und die Circulbogen an beyden Seiten eines jeden Zeichen ſind in 30° getheilet. Auf ſolche Art findet man ohne Mühe die Grade eines jeden Zeichens, und zugleich die Längen der Grade auf dem innerſten Circul durch die Zahl, welche nach der Ordnung der Zeichen fortgehet. Auswärts iſt in einem doppelten Ringe der Calender ſelbſt gezeichnet, wovon der innere und ſchmälere den alten Stil und der äuſſere und breite den neuen zeiget. Beyde ſind durch einen Circul unterſchieden der in 1461 Theile abgetheilet iſt, wovon 4 Theile einen Tag gelten und alle zuſammen 365¼ Tage. Für den alten Stil zählet man die Tage innerhalb, und für den neuen auſſerhalb dieſes Circuls. Die Monathe des alten Stils ſtehen innerhalb der Tagzahlen, des neuen auſſerhalb derſelben, und enthalten die

Nahmen der Feſte, wie vorher beſchrieben worden. Vergl. §. 67. Die Tagzahlen beyder Stile ſind um 11 Tage unterſchieden; der 9. März alten St. entſpricht dem 20 März neuen St. und beyde ſtehen gegen den Anfang des Widders auf der Ecliptik. Die Viertheil Tage ſtehen gegen die Grade der Länge der Sonne über, nach ihrer ſcheinbaren Bewegung am Himmel für jeden Viertheil Tag im Jahre. Der lezte Tag, welcher auf das Ende des Zeichens der Fiſche fällt, hat fünf Theile; wenn alſo der 20ſte März vom Anfang des Widders in einem Schaltjahre gezählet wird, ſo muß man das folgende Jahr einen Viertheil Tag zurücknehmen, wenn man die Längen der Sonne auf ſelbige Tage, wie im Schaltjahre finden will, und ſo immer fort alle Jahre bis der Schalttag kommt, da die Zahl wieder in ihr erſtes Geſchick kommt.

1. Vermittelſt dieſes Calenders ſind alſo die Längen der Sonne für alle Tage eines jeden Jahrs vorgezeichnet, denn man ſucht nur den Grad der Ecliptik, der grade gegen den Tag ſtehet, für welchen man die Sonnenlänge verlanget. Mit der auf dieſe Art gefundenen Sonnenlänge für einen gewiſſen Tag ſucht man auf dem Globen den Ort der Sonne in der Ecliptik und findet nach §. 70. die Abweichung und grade Aufſteigung der Sonne und nach §. 71. die Tageslänge für eine gegebene Breite. Z. E. den 19 April iſt die Sonnenlänge 30°, dadurch findet man ihre Abweichung $11\frac{1}{2}$ Gr. oder genauer 11° 29′ 05″ und die grade Aufſteigung $27\frac{9}{10}$ Grad oder 27° 54′ 13″. Wenn nun die Tageslänge für Upſal auf den 19ten April verlanget wird, ſo findet man dieſe Länge $14\frac{3}{4}$ Stunden oder genauer 14 St. 43′ 51″$\frac{1}{2}$. Wenn der Ort der Sonne und die Tageslänge gegeben iſt zu 14 St. 43′ 51″$\frac{1}{2}$; ſo findet man nach §. 71. Num. 7. die Breite des Orts 59° 51′$\frac{1}{2}$.

2. Nachdem man nach dem Calender den Ort der Sonne für einen gewiſſen Tag zu finden, gelernt hat, iſt es leicht, die

Lage

Lage der ganzen himmliſchen Sphäre für jeden Ort zu jeder beliebigen Tagesſtunde zu finden. Nämlich man ſtellet den Globen auf die gegebene Breite, rücket den Ort der Sonne unter den meßingenen Meridian, indem die Sonne zu Mittage im Meridian ſtehet, und drehet den Stundenzeiger auf 12 gegen die Sonne, ſo iſt klar, daß die Lage der Himmelsſphäre zu Mittage der Lage des Globen gleich ſeyn müſſe, und daß die ſichtbare Halbkugel einerley ſey mit derjenigen, welche über dem Horizont lieget. Wenn man nun den Globen ſo drehet, daß der Zeiger auf eine andre Stunde ſtehet, entweder auf eine Vormittagsſtunde öſtlich vom meßingenen Meridian, oder auf eine Nachmittagsſtunde weſtlich von demſelben, ſo wird der Globe ſo, wie die himmliſche Sphäre, geſtellt ſeyn und die ſichtbare Halbkugel über den Horizont für ſolche Stunde darſtellen.

3. Ein andrer Nutze dieſes Calenders beſtehet darin, daß man dadurch finden kann, wann ein gegebener Stern an einem gewiſſen Tage des Jahrs im Meridian ſtehen wird. Man nimmt für denſelben Tag die Länge der Sonne aus dem Calender, ſtellet ihren Ort in der Ecclipt ik unter den meßingenen Meridian und den Zeiger auf 12, wie vorher. Dann drehet man den Globen um, bis der Stern unter den meßingenen Meridian kommt, und der Zeiger wird die Tageszeit weiſen, da der Stern im Meridian ſtehet. Man kann dieſe Känntniß noch zu vielen andern Abſichten gebrauchen, als

4. Wenn die Länge der Sonne gegeben iſt, kann man aus dem Calender ſehen, was man für einen Tag im Jahr hat.

5. Wenn die Lage des Globen gegeben iſt, nebſt dem Tage im Jahr, ſo findet man leicht, wie viel die Glocke ſeyn muß; und wenn nebſt der Lage des Globen die Zeit der Uhr bekannt iſt, ſo findet man den Ort der Sonne in der Ecclipt ik und vermittelſt des Calenders den Tag des Jahrs. Im erſten Fall richtet man für

den gegebenen Tag den Globen auf 12 Uhr, wie vorher; dann drehet man ihn in die gegebene Lage, ſo zeiget der Weiſer, wie viel die Uhr iſt. Im leztern Fall giebt man dem Globen die gegebene Lage und richtet den Zeiger auf die gegebene Zeit, darauf drehet man den Globen bis der Zeiger auf 12 gegen Süden ſtehet, ſo wird das Punct der Eccliptik unter dem Meridian der Ort der Sonne ſeyn, und aus deſſen Länge findet man im Calender den Tag im Jahr.

6. Wenn man für einen gewiſſen Tag den Ort der Sonne im Calender nimmt und auf dem Himmelsgloben ihre Abweichung ſucht, und man ſtellet den Erdgloben auf eine Polhöhe, welche der Abweichung gleich iſt, ſo findet man nicht allein, was für Oerter die Sonne zu Mittage im Zenith haben werden, ſondern auch, welche Oerter der Erde von der Sonne erleuchtet werden. Wenn man ſich vorſtellet, daß die Sonne im Zenith ſtehet, ſo zeiget der Horizont des Globen, welche Oerter die Sonne beſcheinet. Man ſtelle nun einen gewiſſen Ort unter dem Meridian und den Zeiger des Stundencirculs auf die Mittagszeit, ſo wird man bey der Umdrehung des Globen finden, was für Theile der Erde in verſchiedenen Stunden erleuchtet ſind. Wenn nämlich der Globe ſo gedrehet wird, daß der Zeiger auf 1 ſtehet, ſo iſt die Halbkugel über den Horizont, welche um 11 Uhr Vormittags erleuchtet ward u. ſ. w.

7. Vermittelſt desjenigen, was nun angeführt iſt, wird man, wenn eine Erſcheinung an der Sonne vorkommt, als eine Finſterniß oder Durchgänge der untern Planeten vor der Sonne, auf dem Erdgloben anzeigen können, an welchen Oertern ſolche Erſcheinung geſehen werden kann. Denn wenn die eben beſchriebene Vorbereitung gemacht iſt, und man weiß für einen Ort die Zeit, da die Erſcheinung anfängt, ſo ſtellet man den Ort unter den Meridian und den Zeiger auf die bekannte Stunde des

An-

Anfangs; alsdann drehet man den Globen bis der Zeiger auf 12 zu Mittage ſtehet, und dann liegen die Oerter über dem Horizont, deren Bewohner den Anfang der Erſcheinung ſehen können. Eben dieſe Unterſuchung kann man auch für das Ende der Erſcheinung anſtellen, wenn die Zeit deſſelben für einen gewiſſen Ort bekannt iſt. Man kann dieſe Verrichtung auch für andre Erſcheinungen vornehmen, die bey andern Weltcörpern als der Sonne vorgehen. Z. E. Mondfinſterniſſen, Immerſionen und Emerſionen der Jupiters Monden, u. ſ. w.; aber da dieſelben nicht geſehen werden können, wenn die Sonne über dem Horizont iſt, ſo muß dabey eine doppelte Unterſuchung angeſtellet werden. Erſtlich für den Ort der Erſcheinung an der himmliſchen Sphäre, um zu finden, ob der Beobachter ſie an einem gegebenen Orte ſehen kann. Danächſt für den Ort der Sonne, um zu beſtimmen, ob der Ort in der erleuchteten oder dunkeln Halbkugel lieget.

§. 73.

Unter den noch rückſtändigen Fällen vom Gebrauch des Globen, ſind folgende die merkwürdigſten.

1. Wenn der Himmelsglobe für den Horizont eines Orts geſtellt iſt (§. 68. N. 3.) und die Länge der Sonne aus dem Calender oder ſonſt bekannt iſt, und wenn man den Globen um die Axe drehet, ſo daß der Ort der Sonne grade gegen die Ebene des Horizonts gegen Oſten liegt, ſo findet man auf demſelben die Morgenweite der Sonne, das iſt, den Abſtand der aufgehenden Sonne von dem Durchſchnittspuncte des Aequators und Horizonts in der öſtlichen Halbkugel, welcher Punct Oſten heiſſet. Dieſe Morgenweite der Sonne iſt ſüdlich, wenn die Sonne eine ſüdliche Abweichung hat, und nordlich, wenn ihre Abweichung nordlich iſt. Eben ſo ſind die Abendweiten der Sonne in der weſtlichen Halbkugel, welches vollkommen deutlich wird, wenn

 man

man den Globen ſo weit um ſeine Are drehet, bis der Ort der Sonne weſtlich vom Meridian in der Ebene des Horizonts lieget. Auf eben die Art findet man die Morgen- und Abendweiten der Sterne, wenn ihre Abweichung kleiner iſt als die Höhe des Aequators. Die Morgen- und Abendweiten zählet man vermittelſt des in Grade abgetheilten Circuls des Horizonts, deſſen im vorhergehenden § erwähnet worden, und der zu innerſt auf dem Horizont gezeichnet iſt.

2. Wenn die Morgen- oder Abendweite eines Sterns für den Horizonts eines gewiſſen Orts gegeben iſt, kann dadurch die Breite des Orts gefunden werden. Denn wenn der Globe für eine gewiſſe Breite geſtellt iſt, was es auch für eine ſeyn mag, und man drehet den Globen um ſeine Are ſo, daß der Stern in die Ebene des Horizonts fällt, ſo wird ſeine Weite mit der gegebenen zutreffen, oder man kann die Neigung der Are des Globen ſo lange verändern, bis die Weite damit vollkommen übereins kommt. Wenn der Ort der Sonne für einen gewiſſen Tag an der Stelle des Sterns gegeben iſt, ſo iſt die Verrichtung dieſer beſchriebenen ganz gleich.

3. Da zuäuſſerſt auf dem Horizont alle Windſtriche gezeichnet ſind, und ihre Gradzahlen an einer oder andern Seite vermittelſt der innern gradirten Circul gemeſſen werden können; ſo iſt es leicht zu finden, in welchen Windſtrich die Sonne an einem gewiſſen Tage auf- und untergehet, wenn ihre Abweichung bekant iſt. Umgekehrt, wenn der Windſtrich für den Auf- oder Untergang der Sonne oder eines Sterns gegeben iſt, ſo findet man dadurch die Breite des Orts, wie Num. 2. beſchrieben worden.

4. Man kann vermittelſt der Globen nicht allein die Morgen- und Abendweiten der himmliſchen Cörper, ſondern auch ihr Azimuth in jeder beliebigen Lage des Globen finden. Denn wenn der Globe für eine gewiſſe Stunde geſtellt iſt, wie §. 72. beſchrieben

ben iſt, wird der Höhequadrant am Zenith befeſtiget und um ſeine Axe ſo weit gedrehet bis ſeine ungetheilte Seite durch das Punct des Globen gehet, wovon die Frage iſt. Dieſer Höhequadrant wird dann mit dem einen Endpuncte den Horizont treffen, und da anzeigen, wie groß das Azimuth entweder des Orts der Sonne oder eines Sterns iſt, deſſen Azimuth verlanget wird. Zu gleicher Zeit findet man auch die Höhe des Sterns. Man kann auch die Höhen der Sonne oder des Sterns vor und nach deſſen Durchgang durch den Meridian meſſen und umſtändlich die Wahrheit desjenigen prüfen, was §. 60. 61. angeführt iſt.

5. Wenn das Azimuth und die Höhe eines Sterns von bekannter Abweichung für einen Ort gegeben iſt, ſo dienet der Globe die Breite des Orts zu finden; denn man erwählet eine beliebige Breite und ſtellet den Höhequadranten auf den gegebenen Grad des Azimuths, und wenn da die Höhe des Sterns mit der gegebenen zutrift, ſo rücket man die Axe des Globen ſo lange bis man die rechte Höhe erreicht, ſo zeiget die Lage des Globen die Polhöhe oder Breite des Orts. Dies iſt ein ſchönes Problem, welches man auf viele Arten umkehren und vermittelſt des Globen nach gleichen Gründen auflöſen kann. So kann die Breite des Orts, die Höhe und das Azimuth des Sterns gegeben ſeyn und die Abweichung des Sterns geſucht werden. Es kann auch die Breite des Orts, die Abweichung und das Azimuth des Sterns gegeben und die Höhe des Sterns geſucht werden. Endlich kann das Azimuth des Sterns geſucht werden, wenn die Breite des Orts die Abweichung und Höhe des Sterns gegeben ſind.

6. Man könnte unzählige Aufgaben anführen, welche durch die Globen aufgelöſet werden können, wir wollen nur noch diejenigen berühren, welche die Dämmerung betreffen. Es iſt bekannt, daß die Dämmerung anfängt,

fängt, wenn die Sonne 18 Grade unter dem Horizont vor ihrem Aufgange iſt, und daß ſie aufhöret, wenn die Sonne nach ihrem Untergange den 18 Grad unter dem Horizont erreicht hat. Wenn nun der Ort der Sonne für einen gewiſſen Tag bekannt, der Globe auf eine gegebene Polhöhe geſtellt iſt, und der Zeiger auf 12 ſtehet, wenn der Ort der Sonne unter den Meridian geſetzt iſt; wenn man nun den Höhequadranten, der bis auf 108° verlänget ſeyn muß, im Zenith befeſtiget und den Globen drehet, bis der Ort der Sonne 18 Grade unter dem Horizont ſtehet, und die Zeit anzeichnet, welche der Zeiger auf dem Stundencircul zeiget, ſo iſt ſolches der Zeitpunct, in welchem die Dämmerung anfängt, wenn der Ort der Sonne in der öſtlichen Halbkugel liegt; wenn aber der Globe nach Weſten gedrehet worden, ſo iſt ſolches der Zeitpunct, da die Dämmerung nach dem Untergange der Sonne aufhöret. Wenn der Höhequadrant nicht 108 Gr. lang iſt, ſo kann man auch ſo verfahren: Man ſtellet den Globen für einen Ort gleicher Breite in der andern Halbkugel, den Ort der Sonne unter den meßingenen Quadranten und den Stundenzeiger auf 12. Dann drehet man den Globen nach jeder Seite bis die Sonne noch 18 Grad über den Horizont ſtehet, und wenn die Sonne in der weſtlichen Halbkugel iſt, ſo wird der Zeiger die Morgenſtunde angeben, da die Dämmerung anfängt; wenn aber der Ort der Sonne in der öſtlichen Halbkugel iſt; ſo giebt der Zeiger die Abendſtunde an, da die Dämmerung aufhöret. Dies iſt ganz deutlich, wenn man ſich vorſtellet, daß der Globe für den Ort geſtellt iſt, der dem erſt gegebenen grade entgegen ſtehet; denn deſſen Antipoden haben Mittag, wenn es an dem erſtern Mitternacht iſt; Die Nachmittagsſtunden bey den Antipoden ſind Vormittagsſtunden an den erſten Orten; und wenn die Sonne um Nachmittag bey den Antipoden bis zu 18 Grad hinabgeſtiegen

iſt,

iſt, ſo iſt ſie auch 18 Grad unter dem Horizont des erſtern Orts, dahero daſelbſt die Dämmerung anfangen muß.

Zehntes Capitel.

Von der Fehlweiſung des Magneten.

§. 74.

Auf den Charten, welche den Erdgloben vorſtellen ſollen, wie auch auf den Globen ſelbſt, ſind einige krumme Linien gezeichnet, welche die Richtung der Magnetnadeln beſchreiben ſollen. So ſiehet man auf den ſchwediſchen Globen eine doppelte Linie, die ſich an der Küſte von Corolina in 32 Grad Breite anfänget, und ſich durch das atlantiſche Meer krümmet, ſo daß ſie den Aequator im 349ſten Grad ſchneidet; alsdann gehet ſie weiter ſchief gegen die Meridiane und ſcheinet den erſten Meridian zwiſchen den 60. und 70ſten Grad in der ſüdlichen Halbkugel zu ſchneiden. In dieſer Linie weiſet eine Magnetnadel, die horizontal liegt, grade nach Norden und Süden; aber an den Seiten dieſer Linie weichet ſie entweder nach Weſten ab, als in der Gegend von Africa und der Nordſee, oder nach Oſten, als bey den weſtindiſchen Inſuln und ganz America. Die Abweichung der Magnetnadel von dem rechten Nord- und Südſtrich heiſſet ihre Declination, und die nun beſchriebene Linie, wird von den Naturkundigen für den magnetiſchen Meridian gehalten. Die Declination des Magneten wird gröſſer, wenn der Abſtand von dieſer

Linie zunimmt; aber man findet doch auch, daß in verſchiedenen Puncten, die von dem magnetiſchen Meridian ungleich abſtehen, die Declination des Magneten gleich iſt. Man pflegt durch die Puncte, wo die Declination des Magneten gleich iſt, als 5°; 10°; 15°, u. ſ. f. Linien zu ziehen, und die Figuren dieſer Linien haben die Gelehrten ſehr beſchäftiget, welche ſich bemühet haben, die Natur zu forſchen.

Die Magnetnadel iſt bey einem trüben Himmel der einzige Wegweiſer der Seefahrenden. Ihre Känntniß iſt daher in der Schiffarth ſehr wichtig. So lange die Seeleute ſich der Magnetnadel nicht zu bedienen wußten, wageten ſie nie andre Reiſen, als ſolche, welche ſie längſt den Küſten des Landes und in deſſen Geſichte verrichten konnten; nachdem aber der Compaß im Gebrauch kam, das iſt, eine Magnetnadel, die auf einer Spitze im Mittelpunct eines gradirten Circuls ruhet, ſo dehnte ſich die Schiffarth immer mehr und mehr aus, und man verzog nicht lange, die neue Welt oder America zu finden. Bey dem Gebrauch des Compaſſes wurden einige gewahr, daß die Nadel nicht ganz genau den Nordſtrich hielte, und Halley erwarb ſich ein ewiges Verdienſt dadurch, daß er ſeine eigenen und anderer Beobachtungen darüber ſammelte, um dieſe Lehre ins Reine zu bringen. Er gab 1701 eine magnetiſche Charte von der Erdkugel heraus, worauf die Declinationslinien, wie oben beſchrieben worden, gezeichnet ſind, ſo wie er ſie auf ſeinen Reiſen in den nächſt vorhergehenden Jahren gefunden oder aus anderer Verſuchen ſchlieſſen konnte, und er verſuchte, die Lage dieſer Linien auf der Erdkugel zu erklären. Halleys magnetiſche Linien ſind doch mit denen, die itzt auf den Globen gezeichnet worden, nicht einerley; denn man muß wiſſen, daß ſich die Richtung der Magnetnadel ſeit 1700 verändert habe. Dodſon und Mountaine, zween engliſche

Mathematiker, machten 1744 nach den vielen geſammeleten Beobachtungen über die Declination des Magneten eine neue Charte und Herr Zegollſtröm, ohne ſolches Werk zu kennen, arbeitete 1755 nach den Tagebüchern der ſchwediſchen Oſtindienfahrer eine andre aus, die mit der vorhergehenden ziemlich übereinkommt, wenn man den Unterſcheid von 11 Jahren in Betrachtung ziehet. Die magnetiſchen Linien auf den ſchwediſchen Globen ſind nach Herr Zegollſtröms Charte gezeichnet, und geben ſowohl wegen der ſpätern Zeit, da die gebrauchten Beobachtungen gemacht ſind, als auch wegen der gröſſern Zuverläßigkeit und Genauigkeit derſelben, vor denen, welche in vorigen Zeiten mit unvollkommenern Compaſſen gemacht ſind, eine gewiſſere Känntniß von der Beſchaffenheit der Declination, als man aus Halleys Charte erhalten kann.

Im Jahr 1768 hat die Känntniß des Magneten durch Hrn. Prof. Wilkes Inclinations-Charte einen neuen Zuwachs erhalten (a). Auf derſelben ſind die Linien durch alle die Oerter gezeichnet, woſelbſt eine wagrechte Magnetnadel, welche auf einer horizontalen Axe beweglich iſt, einerley Neigung gegen den Horizont hat. Der Mangel an Beobachtungen, die zu gleichen Zeiten gemacht ſind, und die zerſtreueten Oerter der Beobachtungen haben den Verfaſſern beyderley Charten nicht verſtattet, dieſe Linien vollſtändig zu machen oder den ganzen Gang und ihren Zuſammenhang um die Erde zu zeigen; aber ſowohl die erſtern Charten als die letztern locket die Wißbegierde an, den Urſachen der ungleichen Mißweiſungen des Magneten an ungleichen Orten zu einerley Zeit, und an einerley Orte zu ungleichen Zeiten nachzudenken. Unterdeſſen ſind dieſe magnetiſche Charten den Seefahrern im atlantiſchen Meer oft ein groſſes Hülfsmittel; denn ſo wie man allezeit über die rechte Beſtimmung der Länge auf der

(a) Wett. Acad. Handl. 1768.

See ſehr ungewiß iſt, und man oft Gelegenheit haben kann, die Declination des Magneten oder wenigſtens ihre Inclination zu ſuchen, wenn man mit einer guten Inclinationsnadel verſehen iſt, ſo iſt es leicht, durch eine Declinations-Charte aus Beobachtungen der Breite einigermaſſen die Länge, und bey fehlenden Beobachtungen der Breite den Parallel des Schiffs durch die Inclinations-Charte zu finden.

§. 75.

Man wird ſich nicht über die Verwegenheit wundern, daß man die Urſachen der Fehlweiſung der Magnetnadel hat erforſchen wollen, denn jeder Magnet giebt Anleitung die Richtung des Compaſſes und der Inclinationsnadeln auf der Erdkugel mit der Lage der Eiſenſpäne oder kleinen Nadeln auf der Oberfläche des Magneten zu vergleichen. Es ſey NCS (Fig. 89) ein Parallelepipedum von Stahl, welcher magnetiſiret worden, und unter dünnes Glas oder Papier lieget; man ſtreue auf die Glasſcheibe oder auf das Papier Eiſenſpäne, die man zween oder drey Fuß hoch über dem Magneten fallen läſſet, ſo werden ſich die Feilſpäne ſo an den Ränden legen, wie man in der Figur ſehen kann. Nämlich mitten auf dem Magneten oder bey C liegen die Späne nach der Länge der Stange; die parallelogrammiſche Figur der Stange ſelbſt zeiget ſich durch die an den Ecken geſammelten Späne; zwiſchen C und S oder C und N ſiehet man wenige Späne, und die übrig gebliebenen ſtehen in die Höhe, aber neigen ſich gegen die Enden des Magneten. Um C ſind an beyden Seiten Ovale von den Ränden der Feilſpäne nach D, E und nach F, G. An den Enden bey A und B ſind Strahlen von Feilſpänen, welche mitten an dem Rand der Stange auf den kurzen Seiten ſenkrecht ſind und eben ſo auf den langen Seiten, bey H und K imgleichen bey I und L. Dieſe ganze Vorſtellung zeiget eine Kraft gleich-

gleichſam aus einem flüßigen Mittel, welche die Feilſpäne in ſolchen Richtungen lenket, nach welcher die Kraft würket. Aber die Erde iſt ein groſſer Magnet, welcher auf die beweglichen Compaſſe und Nadeln würket, alſo müſſen ſie ſich nach den Richtungen ſtellen, nach welchen die magnetiſche Kraft derſelben würket. Auf den Magneten nennet man die Puncte, wo die Kraft am ſtärkſten iſt, Pole und die Axe des Magneten iſt die Linie, welche zwiſchen den Polen gezogen wird. Auf jeden Magneten ſind nur zween Pole, alſo müſſen auch nur auf der Erde zween Pole und nur eine Axe ſeyn.

Auf ſolche Art iſt es ſehr begreiflich, wie die Magnetnadeln fehlweiſen müſſen, wenn die magnetiſchen Pole auf der Erde nicht mit ihren Umdrehungspolen zuſammenfallen. Aber Halley, der ſich in der unordentlichen Figur, welche die Declinationslinien auf der Erdkugel haben, nicht finden konnte, und wußte, daß ſich die Declination mit der Zeit änderte, verfiel auf den Gedanken, daß die Erde aus zween Magneten zuſammengeſetzt ſey, welche ungleiche Axen hätten. Er ſtellete ſich vor, daß der eine in dem andern läge, und ſich in dem Cörper des gröſſern bewege, ſo daß die Pole ihren Ort änderten; daher müſſe ſich die Würkung beyder Magneten mit der Zeit ändern, wenigſtens in der Richtung der zuſammengeſetzten Kräfte; und daraus glaubte er alle vor ihm bekannte Beobachtungen zureichend erklären zu können. Ungeachtet Halleys groſſer Erfahrung muß man doch nicht gleich ſeine Erklärungsart annehmen. Die Geſetze der magnetiſchen Kraft ſind noch nicht genug erforſchet und Herr Euler, der die Beſchaffenheit dieſer Fehlweiſung auf einer magnetiſchen Kugel unterſuchen wollen, hat überflüßig gezeiget, daß die Figur der Fehlweiſungslinien auf der Erde nach gewiſſen Hypotheſen, der Halleyſchen völlig ähnlich werden könne (a). Wenn man

 auch

(a) Mem. de l'Acad. de Berlin 1757.

auch bedenket, daß die Beobachtungen, die Halley gebraucht hat, ſeine Declinationscharte zu zeichnen, nicht gleichzeitig geweſen, und daß viele Verſuche, welche mit ungleichen Compaſſen an einer und eben derſelben Stelle gemacht werden, nicht übereinſtimmen, theils wegen Ungeſchicklichkeit und Unwiſſenheit der Beobachter, theils wegen Untauglichkeit der Juſtrumente, und wenn man endlich die wider Wiſſen und Willen der Beobachter eingeſchlichene Fehler erwäget, ſo iſt die noch übrige Ungleichheit von keiner Bedeutung. Ja es gebraucht hiezu nichts weiter, als daß man von gleichen Fehlweiſungen vieler Nadeln nie verſichert ſeyn kann, wenn ſie gleich aus einer Hand kommen und mit gleichem Fleiſſe und Genauigkeit verfertiget ſind.

Wenn ich hier behaupte, daß man nach Halleys Gedanken die Erde nicht als einen doppelten Magneten, ſondern nur als einen einfachen mit zween Polen annehmen ſoll, ſo ſehe ich dieſen Satz als den wahrſcheinlichſten, aber nicht als völlig bewieſen an. Wenn Eulers Hypotheſen in dieſer Theorie vollkommen gewiß wären, ſo hätte man das Problem von der Fehlweiſung als aufgelöſet oder abgemacht anſehen können, aber er hat ſelbſt ſeitdem die Unrichtigkeit der angenommenen Hypotheſen entdeckt (b) und muß die Sache bis weiter unabgemacht laſſen. In ſolchen Umſtänden iſt es am ſicherſten, die Natur ſelbſt in den hierüber anzuſtellenden Unterſuchungen zu Rathe zu ziehen, und deswegen muß man die magnetiſche Würkung der Erde aus der Vergleichung mit magnetiſchen Cörpern ſchlüſſen. Wir ſind freylich noch nicht weit damit gekommen, aber wir müſſen doch die wenigen Grundwahrheiten nicht auſſer Acht laſſen, die durch die Erfahrung ſchon erfunden zu ſeyn ſcheinen. Zu ſolchen rechne ich, daß jeder Magnet ſeine Würkung in der Ebene ausübe, die

durch

(b) Mem. de l'acad. de Berlin 1766.

durch ſeine Axe gehet; daß das Mittel der Axe als der magnetiſche Mittelpunct angeſehen werden könne, das iſt, wenn man durch ſelbiges Punct eine Ebene auf die Axe ſenkrecht leget, ſo ſind die Würkungen der Kräfte einander entgegen oder die Richtungen der Neigungen der Nadeln ſind an jeder Seite dieſer Ebene, welche der magnetiſche Aequator heiſſet, gleich in Anſehung ihrer Pole; daß die Richtung der magnetiſchen Kraft auf die Figur des Magneten ſelbſt, auf die Lage der Pole auf oder innert der Oberfläche, und auf das Geſetz, nach welchem ſich die magnetiſche Kraft in ungleichen Abſtänden äuſſert, ankomme.

Gegenwärtige Abſicht läſſet nicht zu, dieſe Materie zu verfolgen, ſondern nur von dem angeführten eine kurze Anwendung auf die Erde zu machen. Man ſetze, die magnetiſche Pole der Erde liegen in N und S, (Fig. 90) und es werde durch den Mittelpunct C und den Polen N, S, eine Ebene geleget, ſo iſt der Durchſchnitt dieſer Ebene mit der Erdoberfläche NASa ein groſſer Circul. Wenn nun NS in E in zween gleiche Theile getheilet wird, ſo iſt E der magnetiſche Mittelpunct der Erde, und wenn eine Ebene ABab durch E ſenkrecht auf NS gezogen wird, ſo iſt dieſe Section mit der Erdoberfläche der magnetiſche Aequator, der auch ein groſſer Circul ſeyn muß. Alle Ebenen durch NS ſind Ebenen darin ſich die magnetiſche Kraft äuſſert, und in dem Aequator müſſen die Richtungen dieſer Würkung ſenkrecht auf die Ebene des Aequators und alſo horizontal ſeyn. Wenn man dies mit der Inclinations-Charte des Herrn Wilkes vergleichet, ſo findet man, daß die Linie, welche die horizontale Lage der Magnetnadeln angiebt, den Meridian in 340 Grad Länge in 14½ Grad ſüdlicher Breite; aber den 160ſten Meridian in einer nur um wenige Grade gröſſern nordlichen Breite ſchneidet.

Wenn

Wenn man alſo bedenket, daß dieſe Puncte ſich faſt diametraliter entgegengeſetzt ſind, und daß der Unterſcheid von dem Unterſcheide der Zeit der Beobachtungen herrühren könne, durch welche dieſe Puncte beſtimmt worden, ſo iſt ſehr wahrſcheinlich, daß der magnetiſche Aequator ein gröſter Circul ſey, und daß man nicht mehr als zween magnetiſche Pole auf der Erde finden werde. Mehr Verſuche, welche in dieſem Aequator bey einem Unterſcheid der Länge von 180 Graden angeſtellet werden können, werden dieſen Satz ins Licht ſetzen, ſo bald ſie geſammelt werden können. Wenn man gleichfals aus ſichern Beobachtungen die Durchſchnittspuncte und Neigung des magnetiſchen Aequators mit dem Aequator, welchen die tägliche Bewegung der himmliſchen Sphäre giebt, finden könnte, ſo könnten auch die Beobachtungen in den übrigen Puncten des magnetiſchen Aequators hiebey zur Prüfung dieſes Satzes angewandt werden.

Aus alle dieſen erhellet, daß die Theorie von der magnetiſchen Erde noch in ihrem Anfange iſt. Es gehöret für die tiefſinnigſten Geometer, die Figuren der magnetiſchen Declinations- und Inclinationslinien, wie Euler im Jahr 1757, auszurechnen, aber ſie aus Wahrheiten, die bekannt oder abgemacht ſind, herzuleiten, und mit guten und gleichzeitigen Beobachtungen zu vergleichen. Hiezu würde man die Beobachtungen der Inclination der Magnetnadeln ſehr brauchbar finden, die Rechnungen zu berichtigen oder auszufeilen, ſo wie Euler allein die beobachteten Declinationen zu Hülfe genommen und gebrauchen wollen. Die Schwürigkeit, welche er von der Lage des magnetiſchen Aequators anführet, (c) ſcheinet freylich bey dieſer Arbeit viele Verwirrung zu verurſachen; aber wenn man einige Fehler auf die Beobachtungen, die er gebraucht hat, werfen muß, ſo bleiben doch

(c) Mem. de l'Acad. de Berlin 1766 p. 263.

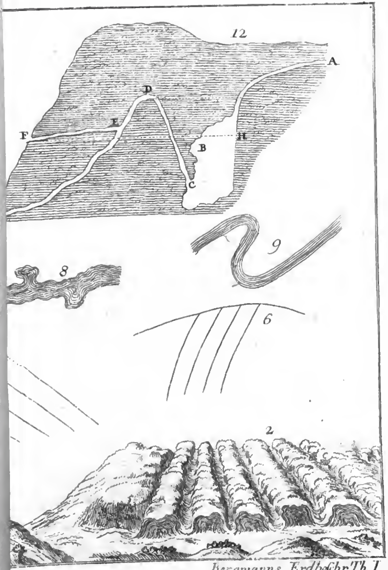
doch die angeführten Grundſätze auſſer Zweifel geſetzt, und man muß auch nicht verſchweigen, daß die Beobachtungen der Declinationen auf Seereiſen noch nicht mit Sicherheit angeſtellet werden können, woher doch die meiſten Beobachtungen bisher geſammelt worden.

Wenn man den Grund zur Veränderung der Declination erklären will, ſo wird es nöthig ſeyn, mit Halley dazu einen beweglichen Magneten innert der Erde anzunehmen. Man kann leicht finden, wenn die beyden magnetiſchen Pole verrückt würden, durch welche Urſache ſolches auch geſchehen möchte, daß ſich alſobald auch die Declinationen ändern werden. Was es aber in der Natur für Urſachen giebt, die magnetiſchen Pole zu verrücken, ſolches iſt noch nicht entdeckt. Man weiß, daß die magnetiſchen und electriſchen Kräfte der Erde viele Gemeinſchaft haben, und man beobachtet unendliche Veränderung und Erſcheinungen von den Würkungen der electriſchen Kraft der Erde; es iſt alſo nicht ſchwer einige Veränderung in der magnetiſchen Kraft als eine Folge davon zu vermuthen, ob wir gleich noch nicht faſſen können, wie und in welcher Ordnung ſie vorgehen. Die wärmende Kraft der Sonne, welche das unterirrdiſche Feuer erweckt, zeiget tägliche Veränderungen, und der Magnet iſt auch täglichen Abwechſelungen, unterworfen, ſowohl in ſeinen Declinationen als Inclinationen. Sollte Doct. Canton in London daraus nicht mit Recht ſchlieſſen, daß die tägliche Abänderung der Declination von der Würkung der Sonne hergeleitet werden müſſe? Wenn ſolches aber gegründet iſt, ſo könnte man auch auf eine Veränderung in der jährlichen Erwärmung der Erde verfallen, daß dadurch die magnetiſchen Pole geändert würden, oder die magnetiſche Kraft der Erdtheile

an verſchiedenen Theilen der Erdkugel ungleich gemacht werde. Wir übergehen viele Gründe, welche dieſe Muthmaſſungen beſtärken können, und überlaſſen es der Zeit und dem Fleiſſe der Naturforſcher, mehrere Beobachtungen zu machen, wodurch die magnetiſchen Erſcheinungen auf der Erde deutlicher begriffen werden können.

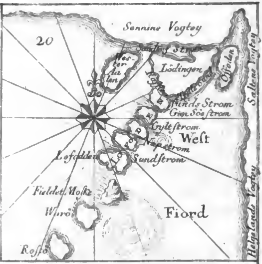
Ende des Zweiten Theils.

Tab I.

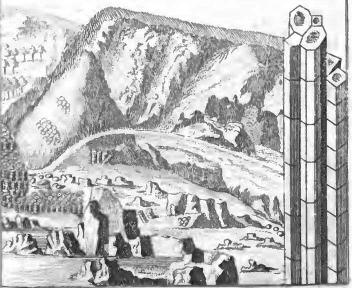


Bergmanns Erdbeſchr. Th. I.

Tab. II.

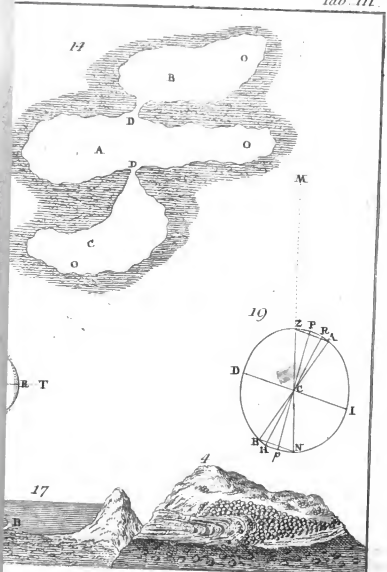


enanten
Irland.



Bergm. Erdb. Th. I.

Tab. III.



Bergm. Erdbeschr. Th. I.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

itized by Google